N° 4 29 FÉVRIER 1932

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Agriculture.

L'effort agricole italien.

Les préoccupations d'ordre agricole tiennent une place importante en Italie, et à juste titre. Car si l'Italie possède un climat, dans l'ensemble, très favorable à l'agriculture, voici des siècles que cette dernière rencontre un obstacle considérable dans l'abondance des mauvaises terres.

A toute époque, sous tous les régimes, l'Italie a été affligée de territoires considérables impropres à la culture. Trop de plaines, chez elle, sont des marécages : ainsi en va-t-il de la vallée inférieure du Pô, de l'Emilie, de la Vénétie, de la Campagne romaine, de la Campanie, de la Calabre, de la Sicile, de la Sardaigne. Depuis des siècles, des efforts spasmodiques ont été tentés pour améliorer ces terres au moyen de travaux hydrauliques destinés à chasser les eaux indiscrètes. Ils ont réussi, mais n'ont pas été continués, de sorte que l'eau est restée maîtresse.

L'Italie moderne, toutefois, n'entend pas accepter sa défaite et un effort considérable est tenté, non plus seulement pour évacuer les eaux stagnantes, mais pour accomplir une œuvre plus étendue, consistant à transformer en régions agricoles les zones marécageuses par des travaux qui présentent le double avantage de lutter contre la malaria et de fournir des terres utilisables par l'agriculture. Comme il s'agit de quelques 4 millions d'hectares à assainir et à féconder, l'entreprise est considérable. C'est celle de la « bonification intégrale ». Et il faut y voir un épisode fort intéressant de ce qu'on peut appeler l'aménagement planétaire.

L'Italie a toujours eu une balance commerciale déficitaire; elle a donc besoin de produire davantage, et ce besoin est d'autant plus grand que la population s'accroît. Sans doute celle-ci pourrait s'expatrier, mais cette solution ne plaît pas à tous et ne profite pas au pays : mieux vaut accroître la surface des terres cultivées. De là, la bonification des terres incultes, leur transformation, grâce à des travaux divers, en sols pouvant être cultivés et fécondés. Transformation d'autant plus souhaitable qu'il existe en Italie la masse des *braccianti* des ouvriers agricoles, travailleurs saisonniers et tâcherons qui, sans cesse, sont ballottés d'une région à l'autre, sans demeure fixe, sans foyer permanent, et qui, s'entassant dans les villes, entre deux périodes de travail, y sont en fermentation perpétuelle. Les terrains conquis sur les marécages permettront à cette population flottante de se fixer; ils seront colonisés et rendus productifs, et la balance commerciale sera améliorée. Œuvre de longue haleine, mais de grande portée aussi, et leçon de choses qu'il importe de suivre de près, car un peu partout il y a lieu d'aménager la planète.

L'Italie fait donc un intéressant effort dans le sens agricole. Un homme a beaucoup contribué à augmenter la production du blé dans la péninsule, du moins là où le climat est favorable, le professeur Gibertini, qui a imaginé un mode de culture qui gagne de plus en plus, car il se révèle très avantageux dans la région où il a été élaboré.

Il n'y a nul secret dans la méthode. Ce qui

compte, c'est le semis serré, c'est l'espacement adopté pour les bandes, c'est encore la date des semailles; c'est la parfaite propreté du terrain avant la mise du grain en terre; c'est la façon de fournir l'engrais azoté; c'est la façon de sarcler; ce sont encore les variétés à choisir pour la culture.

Est-ce à dire que la méthode serait, telle quelle, adaptable aux champs français? Ceci est une autre affaire. Les milieux ne sont pas les mêmes, ni le grain, ni bien d'autres choses encore. Ce que Gibertini a montré, c'est qu'en Italie il a élaboré une méthode qui convient parfaitement et qui donne d'excellents résultats. Si bien que l'Italie importe de moins en moins de céréales. Avec la bonification, elle n'aùra plus à en demander à l'étranger.

Il faut bien voir que, dans des milieux différents, il faut user de méthodes différentes : il existe non pas *une* bonne façon de faire, mais plusieurs, qui varient d'un milieu à l'autre. Et il y a des milieux où certaines cultures sont à préférer à d'autres.

Récemment, à l'Académie d'Agriculture (octobre 1931), il était parlé d'une étude sur l'évolution de l'agriculture dans le département de la Manche de 1830 à 1930, due à M. Ch. Vezin, d'où il résulte qu'en cent ans il y a eu une transformation profonde et très avantageuse. Le département en est venu à faire ce à quoi il est le plus propre, d'après les conditions du milieu : il a abandonné les céréales pour l'élevage, et est devenu un formidable producteur de lait et de viande. Il y était prédestiné par le climat, la géologie, mais il a fallu du temps pour s'en apercevoir. Toute région agricole doit faire ses expériences personnelles, au point de vue de sa production.

Et aussi au point de vue de l'exportation ou des débouchés, ce qui est tout aussi important.

En Italie, il se fait, à ce dernier point de vue, un effort évident. Par exemple, en ce qui concerne les raisins de table, comme le signalait M. G. Ray à l'Académie d'agriculture en octobre, en indiquant tous les soins que l'on engage les agriculteurs italiens à prendre pour développer l'exportation du raisin de table. Ils sont très variés et judicieux; les autorités compétentes indiquent : les variétés de raisins les plus recommandables, qu'elles soient à maturation précoce ou tardive; la façon de parer les grappes par le ciselage qui se pratique quinze ou vingt jours après que les fruits sont noués, et fait tomber de 25 à 75 % des grains, selon que la structure des grappes est lâche ou serrée, afin d'assurer le meilleur développement des grains conservés. On indique encore la façon de récolter : cueillir le raisin mûr, prêt à être consommé, par temps sec, en touchant les grains le moins possible; emballer avec telles précautions; expédier dans telles conditions d'emballage, etc. Rien n'est négligé pour donner à l'acheteur l'impression la plus favorable. L'effort italien est notable, il est nécessaire; mais en d'autres pays le même effort s'impose.

Henry de VARIGNY.

§ 2. — Sciences médicales.

Sous le signe du baromètre[1].

Parmi les influences de milieu que l'homme, obligatoirement, subit, faut-il mettre en bonne place celle de la pression atmosphérique et de ses variations? Au premier abord, cela semble naturel et logique, quand on y pense. Encore faut-il y penser et c'est ce que les savants ne paraissent pas faire. On trouve bien, dans les comptes rendus des académies, de doctorales dissertations sur ce que ressentent d'innocents animaux de laboratoire soumis à des pressions de quelques atmosphères ou obligés, au contraire, à vivre dans un air raréfié. Les écrits médicaux consacrent des chapitres documentés aux accidents provoqués par de grandes variations de pression et s'occupent, avec une sollicitude des plus légitimes, du sort des plongeurs, des aviateurs ou des ouvriers des caissons, voire des simples alpinistes, mais les uns et les autres restent muets sur des variations plus modestes, pour ainsi dire quotidiennes, et qui intéressent tout le monde. Elles ne sont cependant pas indifférentes et ce beau dédain n'empêche ni les infections de se répandre plus volontiers par pression basse, ni telle jeune femme de se montrer particulièrement nerveuse parce que l'orage est menaçant, ni le vieux colonel de prédire la neige vingt-quatre heures à l'avance en raison de la fâcheuse recrudescence montrée par ses rhumatismes.

Il tombe sous le sens que si les grandes variations de pression déterminent des accidents graves — et c'est ce que les travaux dont je parlais démontrent surabondamment — les moindres devront exercer également une action. C'est ce qui arrive. Quant au mécanisme du phénomène, il n'est pas facile à démêler.

Mais avant d'en venir à cette partie périlleuse de notre tâche, établissons seulement les faits tels que les ont observés non seulement des sujets bien portants ou malades, mais des médecins qui ne prenaient pas à leur compte le *de minimis non curat prætor*. Je m'excuse de la cascade de noms qui va suivre, mais, en cette matière, je préfère à mon opinion personnelle de sérieuses références.

C'en est une que celle de M. Spillmann, doyen de la faculté de Nancy, qui a conté à l'Association pour l'avancement des sciences comment une diminution de pression barométrique, annonçant vingt-quatre heures ou quarante-huit heures à l'avance le changement de temps, s'accompagne d'une série de manifestations d'allure morbide chez un homme qui, d'ordinaire, se porte bien. Ce sont des douleurs et une tension dans les jambes, du refroidissement, de l'insomnie, des maux de tête, une névralgie intercostale. Il connaît aussi celui qui, sans bouger de chez lui, rideaux tirés, sait pertinemment qu'il neige et ne se trompe jamais. Cet auteur tient que, parmi les avertisseurs du mauvais temps, l'homme tient une place intermédiaire entre l'hygromètre et le baromètre, si-

1. Extrait du journal *Le Temps*.

gnalant l'anormal après le premier, mais avant le second.

Un éminent praticien hongrois, M. Budai, parle en particulier de ceux qui ont le cœur malade. La baisse barométrique a sur eux, dit-il, la même influence que les émotions ou les efforts. C'est dire que leurs accidents en éprouvent une notable recrudescence. Par contre, le même phénomène atmosphérique exercerait sur les vaisseaux un effet de dilatation qui serait le bienvenu pour les sujets dont la tension sanguine est élevée et fatal, en revanche, pour les hypotendus.

Voici cependant un excellent observateur, M. Camescasse, qui note que par tempête, c'est-à-dire quand la pression baisse, non seulement les sciatiques et les lumbagos tourmentent ceux de ses clients qui en sont possesseurs, mais s'aggravent aussi les hypertensions et les rétentions d'azote, génératrices d'urémie. C'est l'opinion la plus commune, opinion que corrobore M. Pallasse (de Lyon) qui estime qu'en cas de dépression atmosphérique les hémorragies cérébrales se multiplient, ce que lui a enseigné sa pratique hospitalière.

Passons à l'appareil respiratoire. Nous possédons de nombreux documents se rapportant à l'effet que la baisse du baromètre exerce sur les tuberculeux. M. Sergent, M. Courcoux, d'autres encore, ont noté qu'en pareille circonstance, il se fait chez ces malades des poussées congestives et que leurs hémoptysies deviennent plus fréquentes. D'un autre côté, MM. Piéry et Faury, collaborant avec des astronomes de l'observatoire de Saint-Genis-Laval, ont étudié, pendant plus d'un an, les rapports de la pression atmosphérique, des vents, de l'humidité, de la température, avec ce qu'il observaient chez leurs malades. Ils concluent de ces longues recherches que ni l'état hygrométrique de l'air ni la température n'ont une grande importance en l'affaire. Ce sont surtout les dépressions atmosphériques brusques qui interviennent de façon néfaste en provoquant des hémorragies.

Les faits rapportés sont si nombreux et si divers qu'il faut se contenter d'énumérer. Signalons donc, d'après plusieurs auteurs très qualifiés, que la basse pression exagère l'état des psychopathes déjà déprimés, que les fiévreux voient alors leur température monter, que les sujets atteints de péritonite donnent de sérieuses craintes, voire que les kystes de l'ovaire exagèrent leurs symptômes. Faut-il aborder un chapitre moins nettement pathologique, nous voyons, dit M. Spillmann, les conséquences de la dépression barométrique consister, chez des gens dont la santé n'est pas gravement atteinte, en douleurs de type rhumatismal, musculaire ou péri-articulaire, en réactions viscérales dont on rechercherait volontiers la cause ailleurs : crises diarrhéiques, gêne cardiaque, oppression, peut-être accès d'asthme, d'urticaire ou d'eczéma. Jourdanet, qui a écrit sur la pression barométrique et la physiologie deux imposants volumes où il traite savamment de la vie sur les plateaux du Thibet ou des Andes, ne s'occupe pas pour ainsi dire des incidents dont nous parlons. On y trouve néanmoins l'observation d'une famille où trois personnes ressentirent des vertiges et autres malaises un jour que le baromètre était descendu assez brusquement au-dessous de 73.

*
**

D'autres ont envisagé le problème d'une manière plus générale. C'est ainsi qu'à la Société de Vienne, M. Schrœtter a montré que les brusques variations de pression, même peu importantes, augmentent le taux de la mortalité. Les personnes saines ou malades sont, dit-il, désagréablement impressionnées; les crises de mélancolie sont fréquentes, et fréquentes aussi les morts subites. Les suicides se font plus nombreux, soit par excitation, soit par dépression pyschique; enfin, l'apoplexie augmente le nombre de ses victimes.

Ainsi voit-on que les recherches des médecins, quand elles ont été conduites de façon assidue, aboutissent à des conclusions qui rejoignent l'opinion populaire, laquelle n'est aussi que le résultat d'une observation prolongée pendant d'innombrables générations. Les faits ne sauraient donc être niés. Il s'agirait maintenant d'en démonter le mécanisme. C'est, reconnaissons-le, fort malaisé.

La première idée qui vient est, à n'en pas douter, que l'on a sous les yeux une conséquence de l'action exercée par les variations extérieures sur la pression sanguine, autrement dit la tension artérielle. Il semble qu'il soit nécessaire d'abandonner cette explication. Un éminent physiologiste, auquel j'adressais sur ce problème, récemment, d'indiscrètes questions, me confia qu'il avait fait à ce propos des expériences décisives d'où il résulte que la pression artérielle ne change pas quand celle de l'atmosphère baisse. Le fait a été vérifié en ballon et d'une façon des plus scrupuleuses.

Abandonnons donc, si tentante qu'elle soit, cette explication. C'est cependant, semble-t-il, en premier lieu, sur le sang que la dépression doit influer. Gavarret et quelques autres ont allégué que les gaz dissous dans le sang se dégagent, en pareil cas, de leur solution, ce qui se passe, en effet, dans les fortes dépressions expérimentales et, sans doute, à un degré moindre, dans celles que nous réserve la vie courante. Ces gaz, d'après le réputé physicien, dilateraient alors les parois des vaisseaux capillaires, dans le poumon notamment, ce qui causerait les hémorragies. Cette façon de raisonner est peut-être valable pour le cas particulier; il nous semble douteux qu'elle puisse l'être pour les autres.

M. Spillmann suppose qu'il s'agit, au premier chef, d'une action, laquelle demeure un peu vague, sur le système nerveux sympathique. Cette action serait explicable par une rupture d'équilibre humoral que l'on peut apprécier en se rendant compte des variations de l'acidité du sang, autrement dit, en notation savante et moderne, du *p*H. Il ne nous donne, d'ailleurs, cette explication que comme une hypothèse; gardons-la, car nous n'en avons guère d'autre à notre disposition. Ajoutons-y, ce qui sera tout à fait « à la

page », que les dépressions barométriques peuvent, selon le maître de Nancy, sans doute par un retentissement du même mécanisme, influencer le fonctionnement des glandes à sécrétion interne, lesquelles prennent, dans tout ce qui intéresse la vie de l'homme sain ou malade, une si grande importance. C'est, pour le moment, tout ce à quoi nous pouvons prétendre.

*
**

Abordons, cependant, une autre face de la question, c'est à savoir l'influence que la baisse de la pression atmosphérique exerce sur la marche et sur la gravité des épidémies. Il est à peu près démontré par des statistiques accompagnées de graphiques qui parlent aux yeux, que, pendant les épidémies de grippe qui sévirent, notamment à Paris et d'autre part en Russie, en 1889, les maximums de mortalité coïncidèrent avec les minimums barométriques, ou tout au moins avec les changements brusques de pression. En ce qui concerne la fièvre typhoïde, des observations du même genre ont été publiées.

Comme en tout ce qui regarde une action microbienne, on pourrait discuter sur le point de savoir si c'est l'organisme humain qui est diminué dans sa résistance, ou le microbe qui voit sa virulence exaltée. M. Walter est partisan de la première opinion, mais M. Trillat nous fournit, pour soutenir la seconde, des arguments qui sont, à tout le moins, fort ingénieux.

Dans plusieurs communications aux sociétés savantes, il a affirmé que la contagion des maladies infectieuses se fait en partie par l'air lorsque celui-ci contient des gouttelettes liquides, souvent microscopiques, qui servent de lieu de rendez-vous aux microbes épars dans l'atmosphère, et contiennent en même temps des gaz susceptibles de servir d'aliments à ces infiniment petits. Ces conditions sont admirablement remplies lorsque la pression atmosphérique baisse.

Cet abaissement a pour effet de provoquer la sortie des émanations gazeuses jusque-là encloses dans le sol et dans les objets, émanations qui résultent de la décomposition des matières organiques. Déjà M. Trillat avait démontré que l'ambiance ainsi réalisée favorise la conservation du ferment lactique et hâte le caillage du lait. Mais ce qui est vrai pour le bacille lactique n'a aucune raison de ne pas l'être pour d'autres microbes. Personne n'ignore avec quelle facilité s'altèrent, par temps d'orage, le bouillon, la viande et pas mal d'autres denrées alimentaires. Si nous en venons aux bacilles pathogènes, c'est-à-dire responsables de maladies, le même phénomène apparaîtra.

Quand la pression atmosphérique baisse, en même temps que les gaz dont j'ai parlé se répandent dans l'air, l'humidité dont celui-ci est toujours chargé change d'allures. Des gouttelettes se condensent qui, approvisionnées de ces gaz, constituent aisément les nids à microbes que nous envisagions tout à l'heure. Là, les germes nocifs prospèrent et cette prospérité signifie accroissement du nombre, augmentation du pouvoir nocif.

Il est intéressant de constater que d'autres observateurs ont trouvé, dans les eaux des rivières, un beaucoup plus grand nombre de germes quand la pression est basse. C'est une sorte de démonstration du bien-fondé de la théorie que je viens d'exposer.

Tout ceci peut paraître relever exclusivement de la science pure. Il n'en est rien et l'on peut arriver à l'application pratique de ces enseignements. Lorsque l'on aura démontré que les tuberculeux sont surtout sujets aux hémoptysies par baisse du baromètre, peut-être sera-t-il possible, comme l'ont dit MM. Piéry et Faury, d'aborder la prévention de ces accidents en installant d'abord dans tous les sanatoriums des embryons de sections météorologiques permettant de prévoir les dépressions. Quand M. Spillmann note des crises de déséquilibre sympathique chez quelques sujets, il indique en même temps que certains médicaments procurent un rapide soulagement à ceux qui souffrent de ces désordres. Quand M. Trillat propose son explication de l'extension des épidémies, il ajoute que, celle-ci pouvant être prévue, il n'est pas interdit de penser qu'on y pourra parer quelque jour.

*
**

Sans hésiter, il faut reconnaître que, mis à part ces chapitres, nous n'avons pas expliqué grand'chose. Nous avons surtout établi des faits. Certains diront que c'est beaucoup, qui toutefois eussent aimé comprendre le pourquoi de ces faits eux-mêmes. Il convient cependant de se rendre compte d'une raison primordiale et quasi constante de la difficulté que nous éprouvons à savoir par quel mécanisme les variations de la pression atmosphérique agissent sur notre vie, sur notre santé, sur nos maux. C'est que ces variations ne sont jamais isolées. Quand le temps change, il n'est pas que la pression de l'air qui ne demeure pas ce qu'elle était auparavant. Simultanément, ou un peu avant, ou un peu après, des modifications interviennent dans beaucoup d'autres phénomènes atmosphériques. Les vents s'apaisent ou s'élèvent, qui ont une influence dont j'ai parlé autrefois; la luminosité varie parce que la nébulosité s'accroît ou diminue (et cette dernière est susceptible, a montré M. Bounhiol, d'apporter une perturbation dans le rayonnement de chaleur dont nous sommes le lieu constant); le potentiel électrique s'élève ou s'abaisse; l'état hygrométrique se fait plus ou moins intense; la température est en hausse ou en baisse. Dans les modifications biologiques que nous observons, tous ces éléments ont une part qui ne se dégagera que lentement, en raison des interactions qui les lient.

Si encore il n'y avait que cela à considérer, on pourrait espérer en sortir; mais il y a tout l'inconnu dont nous sommes entourés et qui limite singulièrement nos investigations. Souvenons-nous que nous n'avons appris que tout récemment à apprécier l'importance vitale de la lumière et la valeur respective de ses composants, celle de l'électricité atmosphérique,

celle de quelques-unes parmi les innombrables radiations dans lesquelles nous sommes, pour ainsi dire, baignés. Nous avons su reconnaître un certain nombre des forces naturelles qui agissent sur l'homme, lequel n'est qu'une partie de l'univers, mais il faut avouer qu'au regard de ce que nous ignorons — et aussi de ce que nous connaissons mal — le connu est sans doute extrêmement peu de chose. Jusqu'à ce que nous soyons omniscients, nous ne résoudrons pas les grands problèmes qui se posent à nous ou tout au moins nos solutions ne mériteront que le nom de théories, théories qui, suivant la belle phrase de Pierre Termier, « sont, autour des phénomènes, de simples vêtements, commodes et éclatants pendant quelques jours ou quelques années, et qui bientôt se démodent, se déforment, vieillissent et tombent ». Ne soyons pas trop exigeants : avoir établi un certain nombre de faits, c'est déjà d'importance. Tâchons de nous en servir pour améliorer nos conditions d'existence, accroître notre bien-être, diminuer nos maux. C'est le rôle de la médecine. Quand elle le remplit, il faut s'en féliciter sans lui demander plus qu'elle ne peut faire.

Docteur Henri BOUQUET.

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

L'évolution de l'industrie du verre.

L'industrie du verre compte parmi celles qui ont le plus évolué durant ces quinze dernières années.

Chaque phase de la fabrication a été en effet l'objet de nombreuses recherches et mises au point, tant pour réduire les prix de revient, en agissant sur la main-d'œuvre et sur la consommation de combustible, que pour améliorer la qualité des produits finis.

Nous nous proposons dans les lignes qui vont suivre, de donner quelques indications sur les méthodes modernes utilisées en verrerie, en passant en revue les diverses opérations que suppose la fabrication d'un objet en verre ou en cristal, depuis l'approvisionnement en matières premières jusqu'aux opérations de parachèvement spéciales à certaines fabrications.

Rappelons que les verres sont, d'une manière générale, obtenus par fusion d'un sable siliceux additionné d'un fondant : sulfate ou carbonate de soude ou de potasse, chaux, carbonate de chaux, le mélange contenant aussi des proportions variables d'alumine et de magnésie. Quant au cristal, il est obtenu à partir d'un sable très pur, additionné de minium ou oxyde de plomb et de carbonate de potasse; la variété connue sous le nom de flint-glass contient une proportion de plomb supérieure à celle du cristal ordinaire.

Suivant la teneur en silice du mélange, suivant les autres produits incorporés à la masse et suivant les impuretés contenues dans les divers constituants, on peut obtenir des verres de qualités très diverses, allant du verre de silice (ou quartz fondu) qui est obtenu par fusion d'un sable siliceux très pur sans aucune addition, jusqu'aux verres les plus grossiers tels que les verres à bouteilles qui contiennent souvent des produits colorants (bioxyde de manganèse, etc...).

Le constituant essentiel du verre, quel que soit son degré de finesse, est la silice, qui entre dans sa composition dans des proportions variant de 50 à 100 %.

La meilleure matière première pour la préparation du verre est donc le sable siliceux, et celui-ci est d'autant plus apprécié que sa teneur en silice est plus élevée. L'industrie verrière utilise très largement les sables désignés géologiquement sous le nom de « sables de Fontainebleau » dont les gisements les plus réputés se trouvent non pas dans la forêt de Fontainebleau même mais à la lisière de celle-ci, dans le bassin de Nemours. Nemours est ainsi devenu un centre, non seulement pour l'extraction des sables de haute qualité, qui sont expédiés dans toute la France, et à l'étranger, mais aussi pour la fabrication du verre de silice. Certains gisements de cette région ont une teneur en silice qui atteint 99,75 % ce qui peut être considéré comme une pureté à peu près absolue.

L'impureté que l'on doit surtout éviter dans le sable siliceux est le sesquioxyde de fer qui, pour les sables extra, ne doit pas dépasser 0,04 %. C'est une impureté d'autant plus à craindre pour la verrerie et la cristallerie fines que cet élément est presque toujours accompagné d'oxyde de titane et que ce corps décuple le pouvoir colorant du sesquioxyde.

On doit signaler qu'en ce qui concerne la préparation des mélanges, l'introduction de procédés de plus en plus scientifiques dans ce domaine, a permis la mise au point de nombreuses compositions permettant de répondre aux conditions de travail requises par les diverses machines; la fluidité, les paliers de travail, etc..., ont notamment fait l'objet d'études très poussées.

Le domaine de la fusion et de l'affinage est, et reste celui du constructeur de fours, mais il est dorénavant soumis aux exigences de la machine. Autrefois, on adaptait une machine sur un four; aujourd'hui on établit un four pour un système de machine. On peut donc dire que le four est devenu un élément de machine, ce qui a exigé de la part des constructeurs de fours, des connaissances de plus en plus développées, et leur métier, en fait, est devenu une superspécialité. C'est ce qui explique le petit nombre de maisons consacrant leur activité à cette branche. Pour fondre, on utilise soit le four à pots, soit le four à bassin.

Le four à pots est surtout utilisé dans la verrerie fine : cristallerie, verres d'optique, de couleur, fabrications variées et spéciales.

On s'est efforcé d'en améliorer le rendement, transformant le mode de chauffage, en les munissant de récupérateurs et en y appliquant le chauffage au gaz de gazogène et dans certains cas le chauffage au mazout.

Un seul homme par poste peut maintenant s'occuper de plusieurs fours, et la consommation de combustible est tombée aux environs de 5 à 600 grammes par kilo de verre. Aussi les anciens types de fours utilisés jusqu'à présent n'existeront-ils bientôt sans doute plus qu'à l'état de souvenir.

On peut citer, en effet, chez un maître de verrerie en gobeleterie, l'exemple d'un four à pot en marche ininterrompue depuis près de huit ans, sans arrêt ni réparations, et qui dure toujours; c'est dire les perfectionnements apportés dans la construction et les matériaux, car les anciens fours à pots duraient rarement plus de deux à trois ans.

Il n'existe encore que peu de fours à pot chauffés au mazout; néanmoins les résultats déjà obtenus sont satisfaisants, et il est certain qu'avec les prix actuels du mazout et *a fortiori* ceux qui pourront être pratiqués prochainement, l'emploi de ce combustible se développera.

Signalons, en particulier un four à récupération à deux pots de 700 kilos (auxquels on peut adjoindre 2 petits pots de 100 kilos pour la fabrication des verres de couleur) permettant la fusion en 16 heures, et par conséquent une utilisation quotidienne avec une consommation de 550 à 800 kilos de mazout par jour et un four à récupération à 3 pots couverts de 500 kilos, permettant la fusion et l'affinage en 15 heures et ne consommant par 24 heures que 820 à 850 kilos de mazout.

Il est intéressant de noter que la plupart des fours à pots de la région lyonnaise n'auraient presque pas besoin de modifications pour être équipés au mazout.

Autrefois, le four à bassin était construit au gré de chacun, et le maître de verrerie était généralement qualifié pour l'établir. Le programme n'était pas aussi précis qu'aujourd'hui et avec le cueillage à main, l'ouvrier devenait en quelque sorte le régulateur du four et de la fabrication. C'est ce qui permettait d'alimenter toutes sortes de machines simples à faible production et donnait une certaine souplesse à la fabrication. Mais avec l'apparition sur le marché de machines automatiques à gros débit l'homme n'a pu continuer à assurer une régularité suffisante; l'alimentation automatique fut envisagée, ainsi que la normalisation des objets, ce qui exigea du four des qualités particulières.

On a donc dû rechercher : la production d'un verre bien affiné, de fluidité déterminée, en quantité et à une température données; une régularité de fonctionnement et un régime de températures données, dans les diverses zones du bassin; une longue campagne car avec la fabrication automatique, l'arrêt est coûteux et la remise en marche laborieuse; la réduction de main-d'œuvre et de consommation.

Aussi le contrôle pyrométrique s'est-il généralisé sur ces appareils; d'autre part les opérations ont été compartimentées et un bassin moderne n'est plus en réalité qu'une série de bassins plus ou moins groupés, et comprenant : une cuve pour la fusion et l'affinage; un canal d'amenée du verre affiné; un bassin de travail dans lequel s'alimentent directement ou indirectement les machines.

Dans le cas d'alimentation indirecte, le compartiment de travail est relié à la machine par un feeder ou canal nourricier, dans lequel on peut réchauffer ou refroidir le verre à volonté.

Plusieurs machines fabriquant des objets différents peuvent d'ailleurs être groupées sur un même four.

Le rythme de fabrication étant généralement rapide, certaines machines fabriquant couramment 20 à 25 objets à la minute, on conçoit les difficultés qu'ont eu à surmonter les constructeurs pour réaliser ces machines-fours.

Pour les grosses productions avec les anciennes méthodes on aurait été conduit à des appareils énormes; aujourd'hui les progrès réalisés en matière de chauffage et l'étude des courants de circulation du verre chaud dans la cuve, ont permis de sensibles économies de combustibles avec des appareils peu volumineux.

Dans un four à bassin moderne, les allures de fusion atteignent couramment 1.000 à 1.100 kilos par mètre carré de sol au compartiment de fusion, alors qu'on tablait autrefois sur 5 à 600 kilos. Si l'on considère que le chargement du four se fait mécaniquement, on peut apprécier l'importance des progrès réalisés dans cette branche.

A noter que pour les petites fabrications on construit couramment de petits bassins dits journaliers, qui présentent une plus grande souplesse, et qui peuvent fonctionner par intermittence et dans lesquels le chauffage aux huiles lourdes est le plus fréquemment adopté.

Nous croyons d'ailleurs intéressant de donner quelques indications sur l'utilisation de plus en plus répandue du mazout pour le chauffage des fours à bassins, après avoir précisé que suivant la nature du verre et la capacité du bassin, la consommation de mazout varie de 250 à 350 grammes par kilo de verre.

Une verrerie anglaise de la région de Londres possède un four à bassin de 10 tonnes par jour consommant 265 grammes par kilo de verre; ce four est muni d'une récupération à inversion et est équipé avec des brûleurs à air marchant à la pression de 350 grammes. Beaucoup de verreries anglaises utilisent d'ailleurs des fours à bassins chauffés aux huiles lourdes.

Une grande verrerie marseillaise possède un four à bassin produisant de 15 à 20 tonnes de verre par jour; avec une consommation de 280 grammes de mazout par kilo de verre. Etant donné qu'on marche avec des ouvreaux découverts, que ces ouvreaux sont de grande dimension, et que le verre produit, peu riche en soude (9 %), est extrêmement dur, ce chiffre de consommation est remarquablement faible. Ce four est à récupération, l'air secondaire étant amené au voisinage des brûleurs,

fonctionne avec de l'air à 220 grammes à la température de 700-750°.

Citons encore, toujours à Marseille, un four de 25 tonnes par jour, et l'utilisation à Givors d'un petit four à bassin à fusion de verre très dur, pour ampoules d'émission de T. S. F.

Les méthodes adoptées pour la formation des objets de verrerie sont très variables suivant la nature et la destination de ces objets. D'une manière générale l'antique procédé du soufflage à l'état pâteux est à peu près abandonné et remplacé par des procédés modernes, faisant appel à des machines plus ou moins complexes et où s'allient la science du chimiste et l'art du mécanicien : coulage à l'état fluide, soufflage à l'air comprimé pour les bouteilles et flacons, taille pour les verres d'optique et la cristallerie.

Les feeders dans lesquels circule le verre fondu sont des éléments fort importants dans les fabrications modernes. Pour le réchauffage des feeders on a la possibilité d'obtenir avec le mazout une grande souplesse de marche, certains brûleurs pouvant fonctionner de 1 à 22 litres à l'heure, avec posssibilité de réglage à distance. La rapidité de chauffage des feeders est fort importante : en partant de feeder à froid, on peut arriver à obtenir des bouteilles au bout d'une heure et demie.

Nous ne pouvons parler avec quelques détails d'une fabrication des plus intéressantes, celle du verre à vitre. On est parvenu dans ce domaine à mettre au point au cours de ces dernières années, plusieurs procédés mécaniques. Dans les systèmes Fourcault (belge) et Libbey-Owens (américain) on obtient le verre en feuilles planes seulement par étirage au sortir de la masse en fusion. Dans le procédé de l'American Window Glass on fabrique par soufflage et étirage combinés des manchons de verre que l'on fond, étend et recuit.

La recuisson est une des principales opérations et de tout temps les maîtres de verrerie y ont attaché une grosse importance. Seulement beaucoup hésitaient à consacrer jusqu'à présent de gros crédits aux arches à recuire, préférant les reporter sur les appareils de fusion.

Il n'en est plus de même aujourd'hui, car on s'est rendu compte rapidement avec les appareils à grosse production, combien la question était importante. Obtenir de beaux objets avec un verre de qualité est bien, mais s'ils sont invendables ou dépréciés parce que mal recuits, la réputation commerciale de la verrerie en souffre.

Or, la loi de l'offre et de la demande, jouant actuellement en faveur de l'offre, la clientèle devient exigeante et pour trouver de nouveaux débouchés, pour maintenir un bon rythme à la fabrication, il faut des produits impeccables, satisfaisant parfois à des cahiers de charges très sévères.

Il a donc fallu étudier de nouveaux appareils, examiner de plus près le rendement des arches, et rechercher avec soin les conditions dans lesquelles, pour un verre donné, s'obtient le recuit optimum.

Puis, comme on a dû sans cesse accroître la production des arches pour répondre aux besoins des machines, on a été conduit à établir des appareils à grosse production mécanique d'abord, pour réduire la main-d'œuvre ensuite souvent entièrement automatiques.

Comme la présentation des objets après recuisson joue un rôle important, pour l'améliorer on a dû recourir au chauffage indirect en moufle, dans lequel les objets ne sont pas en contact avec la flamme.

Mais le chauffage en moufle est forcément plus coûteux puisqu'il faut chauffer à travers une paroi et il est donc très importannt d'utiliser au mieux les calories péniblement filtrées par les surfaces chauffantes. C'est pour cette raison que, après les arches à tablier métallique, on a vu apparaître les arches à tablier en fil de fer, les arches sans tablier mobile, dites à rouleaux entraîneurs.

Ce système d'arche évitant en effet les pertes de calories par le tablier, il devint possible pour certaines fabrications de pratiquer l'auto-recuisson, c'est-à-dire d'obtenir la recuisson sans le secours de nouvelles calories extérieures. Comme d'autre part, ces arches peuvent être couplées directement avec les machines, l'automatisme supprimant la main-d'œuvre était résolu mais la solution complète du problème n'était pas encore obtenue.

L'effort des spécialistes s'est ensuite porté sur ce qu'en terme de métier on appelle la casse à l'arche; il importe en effet que tous les objets façonnés aux machines puissent être vendus et là aussi, l'étude du chauffage, du refroidissement et de l'isolement thermique a conduit au succès. Actuellement le rebut dans certains cas est insignifiant, pour ne pas dire nul et des méthodes pratiques de contrôle de recuisson dont il sera parlé plus loin permettent d'éliminer les objets impropres à la vente.

Mais de tels résultats n'ont pu être obtenus qu'avec des appareils coûteux, et comme jusqu'alors en principe, chaque four avait ses arches fixes propres, il en résultait d'importantes immobilisations de capitaux, donc des charges financières grevant la fabrication. On a donc été amené à créer des arches mobiles transportables, dont l'avantage est très appréciable puisqu'elles peuvent suivre les machines dans tous leurs déplacements.

Aussi les arches modernes sont-elles en tôlerie et démontables avec un contrôle pyrométrique et leur prix peut atteindre et dépassser même le prix du four qui l'alimente. On voit donc quelle est l'évolution des arches, qui constituent aujourd'hui de véritables machines de 25 mètres de longueur.

Mentionnons encore que pour le chauffage des arches à recuire et les fours à réchauffer le mazout représente d'intéressants avantages : rapidité d'attrempage, réduction de la main-d'œuvre puisqu'un homme occupé à une autre opération peut en même

temps surveiller les brûleurs, maîtrise absolue de la température, grande propreté de flamme, etc...

Pour être certain de la qualité du recuit on utilise au défournement des appareils spéciaux construits de telle sorte qu'en présentant un objet en verre dans un faisceau de lumière polarisée à une distance convenable de l'œil on reconnaît les objets défectueux par les changements de coloration très nets sur les portions de l'article qui présentent des tensions internes. Ce contrôle permet donc de ne livrer au commerce que des objets de bonne qualité et d'apprécier aussi la qualité d'une arche.

D'autres contrôles en cours de fabrication sont établis pour les températures; la capacité des flacons, etc...

Les opérations de finition et de parachèvement sont extrêmement importantes; et d'ailleurs très diverses suivant les fabrications; elles comprennent toutes les opérations de présentation, de décoration, de gravure, de dépolissage, de taillage, de biseautage et nécessitent un matériel spécial qui n'a aussi cessé de se moderniser.

Pour l'utilisation de ce matériel, on fait appel aux forces motrices les plus diverses et souvent à l'électricité. Beaucoup de machines, et notamment celles qui ont trait à la gravure et à la décoration du verre reposent sur l'emploi de l'air comprimé, qui se trouve à la base de toutes les machines à sabler. Les installations de gravure au jet de sable comportent des compresseurs d'air dont la puissance varie généralement de 5 à 12 C.V., des pompes à air spéciales pour l'alimentation d'air des casques de sableurs, des ventilateurs et appareils spéciaux pour le dépoussiérage de l'air, des chambres de sablage, pour les travaux sur petites pièces, etc...

Quant au matériel pour le façonnage et le travail du verre, il est également très complexe, les formes et les utilisations des objets de verrerie et de cristalleries étant à peu près infinies.

Des machines particulièrement intéressantes sont celles qui sont destinées au biseautage des glaces les unes effectuant ce biseautage au sable, les autres à la meule. On utilise également en glacerie et miroiterie, toute une gamme de tours horizontaux et de tours verticaux, des polisseuses, des perceuses, etc...

Pour terminer cet exposé disons quelques mots d'une industrie qui intéresse plus spécialement les industries physico-chimiques, celles des bouteilles et flacons, utilisés largement non seulement dans l'alimentation, mais aussi pour la parfumerie, l'industrie pharmaceutique, etc...

Dans l'industrie du verre en général la verrerie de flaconnage et de bouteilles occupe, en effet, dans notre pays, une place importante, le marché intérieur étant l'un des plus gros consommateurs du monde. Les besoins considérables de l'alimentation, des vins, des liqueurs, des brasseries, l'industrie pharmaceutique, la parfumerie absorbent la production intensive d'un grand nombre d'usines.

A la suite de la glacerie et de l'industrie du verre à vitres, l'industrie de la verrerie de flaconnage et de bouteilles a procédé au cours des dernières années à une transformation profonde de ses méthodes de travail.

Suivant l'exemple des autres pays, principalement des Etats Unis, les fabrications à la main ont cédé la place aux fabrications mécanique et automatique.

Les usines modernes créées et organisées à l'exemple des plus récentes installations des Etats-Unis peuvent aujourd'hui fournir au marché français de la verrerie à bouteilles et des flaconnages de qualité au moins égale à tout ce qui peut se faire dans les autres pays. Les défauts et les irrégularités inhérentes aux anciennes fabrications à la main ne sont plus acceptés par les consommateurs qui s'habituent à exiger des bouteilles et des flacons de dimensions, de poids et de contenance régulière; cette régularité de contenance qui peut être obtenue aujourd'hui en fabrication automatique, à moins d'un centième près, présente, il est certain, une importance capitale pour l'embouteillage des liquides de qualité, tels les alcools, les parfums, eaux-de-vie, liqueurs de marques, les vins, etc...

L'installation des fabrications automatiques n'a pas été sans exiger des immobilisationns considérables de capitaux, d'où il est résulté un commencement de concentration. Tant à cause de cette évolution que sous la pression de la crise mondiale, un grand nombre des usines de fabrication à la main ont cessé leur exploitation.

Il est probable que la concentration amorcée va continuer, et cette importante branche de notre industrie verrière, en ayant les moyens de maintenir la haute valeur technique de ses installations, pourra conserver et élargir son activité à l'exportation.

C'est donc dans des conditions favorables que, à l'exemple d'une industrie similaire, d'importantes négociations vont s'engager avec les industries verrières des autres pays voisins, en vue de réaliser des ententes susceptibles de régulariser les marchés de consommation. Ainsi, peut-on envisager sous un jour favorable, l'avenir de cette branche de la verrerie.

L. Potin.

L'ATTRACTION DES PLANÈTES ET LES TACHES SOLAIRES

I. — Les lois naturelles

Tout le monde sait comment on arrive à la découverte de quelque loi de la nature. Quand on constate qu'un certain phénomène arrive constamment tant que les conditions restent les mêmes, on en déduit que cet effet constant est produit toujours par la même cause et l'on se croit autorisé à formuler une loi naturelle. Il peut se faire que cette loi tombe quelquefois en défaut et que le phénomène attendu ne se présente pas; mais cela n'ôtera pas sa valeur à la loi formulée si l'on peut expliquer par quelle circonstance imprévue l'effet attendu n'a pas eu lieu.

Les exemples abondent; tel le fait que de petits morceaux de fer sont attirés par un aimant et deviennent, à leur tour, des aimants temporaires; tel, le fait que tout choc entre deux corps produit de la chaleur, ou bien que tout corps plongé dans un liquide perd une partie de son poids dans une mesure que l'on sait évaluer.

Il arrive quelquefois que l'étude de la nature, de l'essence d'un phénomène et de sa manière de se produire nous permet, sur la base de principes ou de lois bien connues, de remonter à la nature de la loi qui donne lieu au phénomène en question. Ainsi, lorsque nous constatons que les aires balayées par le rayon vecteur d'un corps céleste, qui tourne dans une conique autour d'un autre placé dans un foyer, sont proportionnelles aux temps, par les principes de la mécanique rationnelle, nous en concluons qu'il s'agit là d'une force centrale d'attraction, dont le second corps est le siège, et qui s'exerce dans le rapport direct des masses et dans le rapport inverse du carré de la distance. On remonte ainsi des phénomènes observés à la nature de la force qui les produit.

Inversement, on peut partir d'une force agissant suivant une loi établie, pour en déduire les phénomènes qu'elle doit produire, et l'on en vient jusqu'à pouvoir prédire des phénomènes, des faits que l'observation ne nous a pas encore révélés. L'astronomie a présenté beaucoup de cas de ce genre.

II. — La correspondance entre deux phénomènes

L'un des moyens souvent employés pour découvrir une loi consiste à prendre comme base, ou comme point de départ, une coïncidence entre deux phénomènes qui se produisent en même temps ou avec un certain intervalle de temps. L'éclair et le tonnerre, une éclipse de soleil d'un côté et le *vent* de l'éclipse, les *ombres volantes* et surtout des variations dans la déclinaison magnétique de l'autre côté, voilà autant d'exemples de la coïncidence ou de la correspondance dont nous parlons.

Il est bien vrai que parfois on a dû se borner à constater une correspondance plus ou moins étroite entre deux faits, sans pouvoir expliquer cette correspondance en remontant à une loi connue. Ajoutons que — surtout dans ces derniers temps — on a cru découvrir des correspondances entre des phénomènes que dans la suite on a constatés comme tout à fait indépendants. Dans ces cas la coïncidence susdite était due tout simplement au hasard.

Il arrive souvent que des amateurs de sciences, frappés et excités par l'exemple de quelques grands savants qui ont découvert une loi naturelle par une heureuse application de la *théorie des probabilités*, croient assez faciles de pareilles applications; et ils annoncent la découverte de quelque nouvelle loi en s'appuyant sur une correspondance entre deux phénomènes. Aussi ne sera-t-il pas inutile de rappeler ici quelques principes sur les probabilités en y ajoutant des remarques qu'on ne trouve pas dans les ouvrages classiques.

Prenons l'image ordinaire d'une urne contenant seulement des boules blanches et des noires et dont la composition reste la même au commencement de chaque épreuve. Supposons que les boules blanches représentent la coïncidence des deux phénomènes, les boules noires représentant une non-coïncidence. Puisque nous avons devant nous deux phénomènes entre lesquels nous soupçonnons une certaine correspondance, nous devons tout d'abord nous mettre dans le cas d'une urne contenant autant de boules blanches que de noires. Ce sont les épreuves répétées un très grand nombre de fois, avec tous les soins possibles, avec un choix éclairé des matériels d'observation, qui pourront nous renseigner sur la vraie composition de cette urne symbolique. On appliquera alors les règles que la théorie des probabilités donne pour la *recherche des causes.*

On entend parfois dire par des profanes : « On a constaté 50 fois sur 100 que tel événement arrivait après un autre ». Pour citer un exemple, on dira : « Les changements météorologiques, le vent, la pluie, etc., arrivent 50 fois sur 100 aux environs des deux quartiers de la Lune ». Eh bien! une coïncidence de 50 % ne dit absolument

rien, ou, pour mieux dire, elle prouve que les deux faits sont indépendants l'un de l'autre. Quand même on constaterait une coïncidence 60 fois sur 100, on n'aurait pas le droit d'affirmer l'existence d'une connexion entre deux phénomènes. La petite différence entre la fréquence constatée, $\frac{60}{100}$, et la valeur théorique $\frac{50}{100}$ de la probabilité *normale* peut dépendre d'une foule de causes.

Il faut se rappeler que la probabilité de chacune des $n+1$ combinaisons de deux événements contraires — dont les probabilités sont égales — sur n épreuves, est toujours très petite si n est suffisamment grand. La probabilité normale qui correspond au cas où chaque événement se présente $\frac{n}{2}$ fois, est elle-même très petite. Donc, une fréquence qui s'écarte assez de la probabilité théorique ne donne pas le droit d'admettre une loi qui relie les deux événements. Qu'on réfléchisse bien à ceci : il est certain que l'une des $n+1$ combinaisons doit se présenter, quoique sa probabilité soit très petite. Sans doute, il y a toujours une cause — qui nous échappe ordinairement — qui la détermine. Dans ce monde rien n'arrive sans une cause, et quand on nomme le hasard, on ne fait qu'avouer notre ignorance de la cause qui existe certainement.

Par conséquent, si l'on disait que la coïncidence de 60 pour 100 entre deux événements doit nous faire admettre une cause de ce fait, on ne ferait que répéter l'inscription bien connue des arcades de la Sorbonne : *Raison partout, tout par raison*, etc. Mais si l'on prétendait qu'il s'agit là d'une cause constante, d'une loi naturelle, on ferait preuve de la plus grande imprudence. Pour pouvoir remonter à une loi de la nature, il faudrait que cet excès de coïncidence fût très grand et qu'il arrivât sur de nombreuses séries d'épreuves.

Il faut avouer que même les savants de profession tombent — rarement, il est vrai — dans l'illusion de se fier trop à la petitesse de la probabilité d'une fréquence constatée, pour annoncer une correspondance entre deux phénomènes. Les *résidus* de différentes séries d'épreuves analogues peuvent parfois nous tromper par leur petitesse.

Enfin, remarquons que le simple fait que l'un des deux événements, entre lesquels on a constaté une correspondance certaine, arrive constamment après l'autre, ne nous autorise pas à déclarer que ce dernier *est la cause* de l'autre. Nous tomberions alors dans le sophisme du *post hoc ergo procter hoc*. Dans tous ces cas, avant de formuler la conclusion que l'événement B est produit par l'événement A, il faut s'assurer que ce dernier *peut* donner lieu à l'événement B. Par exemple, si, d'après des statistiques, on croyait avoir constaté une correspondance entre les tremblements de terre et une configuration assez rare des anciens satellites de Jupiter, le bon sens nous défendrait de dire que les tremblements de terre sont produits par cette cause si disparate et si inefficace.

Les coïncidences abondent dans l'univers qui est si vaste, et dans un monde infini les coïncidences seraient en nombre infini.

A ce sujet, pour fermer la bouche aux amateurs qui prétendent que les maxima des taches solaires sont dus à l'attraction des planètes, parce qu'il y a correspondance entre la période des taches (11 ans et quelque chose) et la prétendue période de cette action planétaire, je me suis amusé à trouver des correspondances entre des choses très disparates. J'ai calculé la durée de la révolution synodique du 8e satellite de Saturne par rapport au 7e, et j'ai trouvé que quatre fois cette révolution reproduit exactement la révolution synodique de la planète Uranus par rapport à la Terre. Dira-t-on que cette dernière, et par conséquent le mouvement de cette planète, dépend des deux satellites susdits ?

De même le double de la révolution du 5e satellite de Jupiter est à fort peu près égal à la révolution du 1er satellite de Saturne. Que pourrait-on en conclure ?

Avant de terminer ce paragraphe, il ne sera pas inutile de rappeler que quelquefois l'application des principes du Calcul des probabilités de la part de quelques grands géomètres leur a procuré des déceptions. Par exemple, ils avaient trouvé qu'il y avait 5000 ou 10000 à parier contre un, que l'on ne serait pas obligé d'apporter à telle valeur ou à telle autre, donnée par eux, une correction d'un certain ordre de grandeur. La suite a montré qu'il fallait au contraire, apporter des corrections plus fortes !

Le fait que 16 ou 17 entre grosses planètes et leurs satellites, tournent autour de leur centre respectif *tous dans le même sens* montre bien qu'il y a eu une cause qui a produit cet accord. *Rien sans raison*. Mais de là à remonter à la cosmogonie de Laplace ou à admettre une loi générale pour la rotation et la révolution de tous les astres de notre système, il y a une distance assez grande. Les satellites *rétrogrades* nous rappellent qu'il faut se garder de faire le prophète de l'avenir ou de remonter trop loin dans le passé.

III. — La période undécennale du Soleil et ses coïncidences

A l'appui des principes exposés ci-dessus, nous allons voir comment on s'est trompé en cherchant la cause des maxima de l'activité solaire dans l'attraction exercée sur le Soleil par les planètes. En 1890 Sellmeier[1] avança l'hypothèse que les maxima des taches solaires dépendent de l'action simultanée des planètes Vénus, la Terre et Jupiter, lorsqu'elles ont la même longitude héliocentrique. Les statistiques, les diagrammes montraient paraît-il une coïncidence entre cette disposition des planètes et les maxima susdits. Mais Ekholm et la plupart des savants s'opposèrent à cette hypothèse, s'appuyant surtout sur la petitesse des attractions planétaires invoquées.

En 1924 H. Gaspar[2] publia un mémoire dans lequel, entre autres choses, il s'attache à démontrer la coïncidence entre la durée de la période solaire et la *période moyenne* qu'il calcule comme le résultat des attractions de toutes les planètes principales (huit à cette époque).

Un peu avant Gaspar, Sée avait formulé l'hypothèse que les maxima des taches solaires étaient produits par la chute sur sa surface d'un grand nombre de météorites, faisant partie de quelques essaims d'étoiles filantes circulant autour du Soleil, dans des orbites dont les aphélies se rapprochent des orbites de Jupiter et de Saturne. Ces planètes, surtout lorsqu'elles sont en conjonction, exerceraient des perturbations sur ces essaims; ce qui donnerait lieu à la chute de nombreux météorites sur le Soleil. Sée ajoutait que la période exacte des maxima solaires est de 90 ans environ, pendant lesquels les périodes secondaires, qui varient entre 7 et 15 ans, se succèdent dans le même ordre.

Ceci nous amène à faire une remarque générale, de principe, c'est-à-dire que, avant de parler de coïncidence ou de correspondance entre deux phénomènes périodiques, il faut bien établir la durée de ces périodes, elles-mêmes. Or, l'intervalle entre deux maxima solaires n'est pas constant; il subit de telles oscillations que, d'après les règles de la *théorie des erreurs*, une moyenne entre toutes ces durées inégales ne pourrait avoir une valeur sérieusement établie et bien garantie. Laissons des rêveurs comme l'amateur M. Rassaele Bendandi de Faenza (Italie) remonter à l'observation des taches solaires par *Galileo Galilei* et même, sur la base de l'alignement, d'après lui, des trois planètes Vénus, la Terre et Jupiter, jusqu'à 250 ans avant notre ère; nous dirons au contraire, que l'observation véritablement scientifique des taches solaires remonte à peine à 1853 à peu près. Or une moyenne de 7 valeurs assez discordantes entre elles ne peut avoir que peu de valeur, et l'on ne peut pas parler de sa coïncidence avec une période astronomique connue parfaitement et (sauf de petites perturbations) *constante.*

Mais les amateurs n'y regardent pas de si près.

Et qu'on ne dise pas que la période de l'activité solaire est basée non seulement sur les taches, mais aussi sur d'autres manifestations, telles que les protubérances, etc. qui semblent avoir la même période. Ce serait un cercle vicieux, car on voudrait déterminer la durée *exacte* de la période des taches par une analogie avec d'autres phénomènes établie sur la base d'une période grossièrement déterminée.

Puisque nous sommes en philosophie, nous ferons remarquer un autre sophisme, une grossière *pétition de principe,* dans laquelle tombent tous ceux qui croient à la correspondance entre les conjonctions (ou oppositions) des planètes et la période solaire. *Sans avoir établi,* — et nous verrons qu'ils ne le pouvaient pas — que l'action des planètes sur le Soleil donne lieu, comme *cause déterminante,* à la production des maxima solaires, ces amateurs prétendent pouvoir déterminer la durée *exacte* de la période solaire d'après celle des conjonctions (ou oppositions) planétaires!

A titre de curiosité, nous annonçons aux lecteurs français que M. Bendandi, partant des durées des révolutions synodiques de Vénus et de Jupiter (par rapport à la Terre), afin de trouver leurs coïncidences en longitudes, fait la moitié de ces révolutions (car il faut avoir égard aussi aux oppositions, qui ont lieu à 180° de longitudes). Or, sur ces demi-révolutions il peut exister une erreur de $\pm 0{,}25$ de la dernière décimale, qui est ici le centième de jour (puisque Bendandi puise ces révolutions synodiques dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*). Pour trouver les conjonctions ou les oppositions entre Vénus, la Terre et Jupiter, on doit multiplier ces demi-révolutions *et aussi leurs erreurs* par des nombres assez grands. Eh bien! Bendandi prétend pouvoir en déduire la période solaire avec la précision de la *neuvième* décimale de l'année, c'est-à-dire de *trois centièmes de seconde!*

N'a-t-on pas le droit de répéter que si la diffusion de la science apporte des avantages, elle expose aussi à l'inconvénient de multiplier les déclassés, qui mêlent leurs rêves avec les travaux sérieux des savants? Le public prend ce qu'on lui donne, et il prend des absurdités pour de la science sé-

1. *Die Sonne unter der Herschaft der planeten*, Halle, 1890.
2. *Sun's pots, variable stars*, New Theory, Budapest, 1924.

rieuse! D'où la nécessité, dans l'intérêt général, qui est celui de la vérité, de relever de pareilles absurdités. Le désir d'être agréable à de pareils rêveurs, n'est pas une excuse au silence de certains savants.

Voici d'autres absurdités. M. Bendandi annonce que les attractions des planètes donnent au Soleil la *forme ovoïde* lorsqu'elles sont en conjonction (ou en opposition); ensuite le Soleil reprend la forme sphérique! Il soutient que la radiation solaire — et par conséquent l'existence, la vie de notre Soleil — est due à l'attraction des planètes!

En partant des valeurs des demi-révolutions synodiques de Vénus et de Jupiter, jusqu'au centième de jour, le même auteur trouve que 554 demi-révolutions synodiques de Vénus donnent *très exactement* (d'après lui) 811 demi-révolutions synodiques de Jupiter. D'où il déduit que cette période de 442,8404 années doit nous donner la durée exacte de la période solaire, c.-à-d. 11,071 010 325 années.

Or, j'ai calculé les révolutions susdites avec l'approximation de 6 décimales du jour; et j'ai trouvé que 554 demi-révolutions de Vénus et 811 de Jupiter donnent des laps de temps qui diffèrent d'un jour et demi. Donc, pas de coïncidences en longitude, pas de période très exacte pour en déduire la valeur *théorique* de la période solaire.

D'ailleurs, les maxima solaires durent pendant des mois; parfois ils dépassent une année. Or, pendant ce long laps de temps les positions respectives des trois planètes Vénus, la Terre et Jupiter, changent beaucoup et continuellement, ce qui bouleverse la situation; et cependant les maxima continuent!

Même en admettant, pour un instant, l'efficacité des attractions planétaires, nous ferons remarquer qu'au bout de 60 jours, après une conjonction de Vénus avec Jupiter (par rapport à la Terre), Vénus se trouve en *quadrature* avec Jupiter; donc alors son action détruit celle de cette planète, car nous verrons que ces deux actions sont égales en valeur absolue. Et toutefois le maximum continue!

Mais l'hypothèse que les maxima solaires dépendent des conjonctions ou des oppositions de Vénus, la Terre et Jupiter est démontrée fausse par le fait que l'action de la Terre est inférieure au cinquième de l'action totale des trois planètes; le gros, la partie essentielle est due à Vénus et à Jupiter; par conséquent, on devrait constater un maximum toutes les fois que les longitudes de ces deux planètes sont égales ou diffèrent de 180°. Or, ceci arrive tous les 118 jours et demi. Telle devrait donc être la période des maxima solaires. Puisque l'observation ne montre pas cela, l'hypothèse doit être rejetée.

Enfin, j'ai montré que l'action de Mercure est à fort peu près égale à celle de la Terre; donc, de même que l'on a voulu avoir égard aux conjonctions (ou aux oppositions) de Vénus, la Terre et Jupiter, on aurait dû prendre en considération les coïncidences de Mercure, Vénus et Jupiter. Le calcul m'a montré que cela arrive avec des intervalles de 19,8 ans. L'observation devrait donc montrer des maxima solaires avec de tels intervalles, ce qui n'a pas lieu.

Rien que par ces arguments, il faut avouer que l'attraction des planètes n'entre pour rien dans la production des maxima solaires. Et toutefois, Bendandi va jusqu'à prétendre que les marées produites sur le Soleil par l'action simultanée de Vénus, la Terre et Jupiter, atteignent une hauteur de *plusieurs milliers de kilomètres!* Ce serait quelque chose d'effroyable, on aurait des bouleversements épouvantables!... Mais non, le lecteur peut se rassurer complètement, car d'après mes calculs, la hauteur de marée susdite atteint à peine *un millimètre* et 143 millièmes de millimètre! La différence avec les milliers de kilomètres n'est pas petite!

Mais les erreurs dans les publications de cet amateur sont en très grand nombre. Par exemple il parle *d'alignements* des trois planètes susdites. Or, j'ai calculé que les centres de ces planètes ne se trouvent sur la même droite que tous les 6.000 ans, à peu près. Il dit que la lumière *blanche* est une lumière monochromatique! que pendant la période undécennale les taches émigrent d'un hémisphère du Soleil à l'autre! Mais il faut nous arrêter!

IV. — Les diagrammes et les formules de M. Gaspar

Nous avons vu ci-dessus avec quelles précautions on doit accepter les coïncidences plus ou moins garanties entre deux phénomènes; il faut en dire autant des diagrammes qu'on a l'habitude de tracer pour montrer la correspondance entre deux phénomènes. Dans notre cas, on n'a pas manqué de faire ressortir une certaine correspondance entre le diagramme — très régulier d'ailleurs — que donnent les retours de quelques planètes à la même longitude et les diagrammes des maxima solaires, avec cette différence que pour les positions des planètes on peut remonter aussi loin que l'on veut dans le passé, tandis que les maxima solaires assez bien étudiés remontent à peine à la moitié du siècle dernier. Il y a aussi

cette différence, que les coïncidences des planètes n'arrivent que pour un instant, alors que les maxima solaires embrassent des mois et même plus d'une année, ce qui peut faciliter l'illusion des coïncidences.

D'ailleurs nous venons de démontrer qu'on devrait constater des maxima aussi tous les 118,5 jours, tous les 19,8 ans, etc.

M. Bendandi se borne à tracer le diagramme naturellement très régulier, des coïncidences de Vénus, la Terre et Jupiter. Quant aux maxima solaires, il se borne à dire, il y a eu un maximum en telle année, à telle fraction de l'année, etc.

M. Gaspar trace des diagrammes pour les trois ondes, dont, d'après lui, se compose la période des attractions planétaires et, d'un autre côté, la courbe peu régulière des maxima solaires de 1856 à 1924.

A propos des ondes dont se compose une prétendue période et des multiples des périodes, nous devons faire beaucoup de réserves. Il peut arriver, il est même arrivé assez souvent, que lorsque la prétendue coïncidence n'arrivait pas au bout de la période admise, on a eu recours à la moitié, au tiers de cette période, etc.

Un amateur de sismologie avait cru trouver une correspondance entre une période de 11 à 12 ans, donc voisine de la révolution de Jupiter, et les tremblements de terre. Mais quelquefois on lui faisait remarquer qu'il était arrivé un tremblement de terre au milieu, au tiers d'une période. Eh bien! il répondait qu'il s'agissait là d'ondes secondaires. De ce pas on arriverait là où l'on voudrait. A mon avis, cela c'est faire de la cabale non pas de la science.

Quant à M. Gaspar, il avoue que le diagramme des maxima solaires ne s'accorde pas bien avec le diagramme *théorique* qu'il a tracé en ayant égard à l'attraction *totale,* non pas *différentielle* des planètes.

En effet, M. Gaspar, avant de calculer l'effet des attractions différentielles, ou de marée, de la part des planètes sur le Soleil, introduit dans un premier calcul l'attraction de chaque planète sur le Soleil, attraction qui s'exerce dans le rapport direct de la masse de la planète et dans le rapport inverse du carré de la distance du centre de la planète au centre du Soleil. Il a soin de citer quelques lignes des *Principia,* dans lesquelles Newton tient à rappeler ce principe fondamental de la mécanique, qu'à toute action correspond une réaction égale et contraire. Il applique ce principe à chaque molécule du globe du Soleil, qui est attirée par une planète suivant le rapport inverse *du carré de la distance,* mais sans doute Newton n'a pas nié que l'attraction suivant ce rapport inverse s'exerce effectivement sur le centre d'inertie du Soleil. C'est une action *totale* non pas différentielle, dont l'effet — minime d'ailleurs — est de déplacer le Soleil successivement dans toutes les directions qu'occupe la planète pendant sa révolution. L'action simultanée de toutes les planètes suivant cette loi se réduit à déplacer infiniment peu le centre de notre système suivant la résultante de ces actions. Mais les taches du Soleil n'ont rien à voir dans cela, le Soleil se déplaçant tout entier infiniment peu.

Et cependant M. Gaspar tire de cette attraction des planètes sur le centre d'inertie du Soleil le plus fort de ses arguments pour démontrer que le cycle solaire dépend de l'action des planètes! Nous allons voir comment il s'y prend.

Par un curieux hasard il se fait que la révolution sidérale de Jupiter est presque égale à la durée de la période des taches solaires. La première est égale à 11,86 ans; la seconde (d'après les 7 dernières périodes) est égale à 11,12 suivant Wolfer. S'il y avait coïncidence absolue entre ces deux périodes, on aurait attribué tout l'effet à l'action de Jupiter; mais à cause de la différence 0,74, on a eu recours à une foule d'artifices et d'agencements pour modifier légèrement la période de Jupiter jusqu'à la rendre égale à la période solaire. M. Artur Stentzel, ayant constaté que la révolution sidérale de Vénus (224 j. 70) plus la moitié de celle de Mercure (87 j. 96) fait 268 j. 68 = 0 an. 74, a imaginé que l'onde due à Jupiter (dans les taches solaires) est modifiée par la superposition d'une onde entière de Vénus et d'une demi-onde de Mercure.

M. Gaspar adopte cette méthode qu'il appelle *sélective, éclectique,* ou de sélection. C'est une méthode qu'on ne peut justifier d'aucune façon, mais qui est très commode pour ceux qui travaillent sur les nombres comme le font les cabalistes.

Au lieu de s'arrêter à Mercure, Vénus et Jupiter, M. Gaspar se croit en devoir d'avoir égard à l'attraction, suivant l'inverse du carré, de toutes les 8 planètes principales connues en 1924. Il croit pouvoir déterminer de la manière suivante la période *moyenne* P de toutes ces attractions : il multiplie pour chaque planète, la masse par l'inverse du carré de sa distance au Soleil et par sa période; ensuite il fait la somme de tous les 8 produits susdits, se rapportant aux 8 planètes et il divise cette somme par la somme des produits de la masse de chaque planète par l'inverse du carré de la distance.

Appelons m la masse, d la distance, p la période; nous pourrons alors écrire la formule de

M. Gaspar de la manière suivante (qui est plus simple que la sienne) :

$$P = \frac{\Sigma m \frac{1}{d^2} p}{\Sigma m \frac{1}{d^2}}.$$

On voit bien que P est une espèce de *moyenne pesée*, mais qu'on n'a pas le droit de faire ici.

Gaspar prend pour unité de masse celle de Mercure — qui est la plus petite — pour unité de distance celle de Neptune — qui est la plus grande — et pour période l'année de la Terre. Il trouve ainsi

$$P = 11^{\text{ans}},25066.$$

J'ai répété ce calcul en prenant pour unités m, d, p, pour la Terre, ces éléments étant parfaitement connus (ce qui n'arrive pas pour Mercure et pour Neptune), et j'ai obtenu :

$$P = 11^{\text{ans}},2364.$$

Comme on voit, cette valeur est presque identique à celle de la période des taches, qui, pour quelque auteur va jusqu'à 11,40.

Mais M. Gaspar veut à tout prix retrouver la période de 11 ans, 16 qui représente la moyenne de toutes les valeurs qu'on a proposées pour le cycle solaire, et alors il remarque que si l'on ne met pas en ligne de compte l'attraction des quatre planètes Mercure, Mars, Uranus et Neptune, qui n'est que $\frac{1}{30}$ de l'attraction totale, on trouve exactement $P = 11,16$.

C'est une manière bien singulière d'arranger les choses, car si, par impossible, cette attraction suivant $\frac{1}{d^2}$ pouvait être la cause des taches solaires, l'accord avec la période observée devrait être plus parfait lorsqu'on aurait égard à l'action de *toutes les planètes*. C'est évident!

Mais le lecteur avisé a compris quel poids il faut attribuer à des recherches de ce genre. Pour rendre hommage à la vérité, nous ajouterons que le mémoire cité de M. Gaspar n'a été pris en considération par les astronomes de profession qu'en Italie, où l'on est allé jusqu'à prétendre que l'action des planètes dans la production des maxima solaires *est maintenant bien établie* et qu'il ne reste qu'à chercher l'action *physique* qu'elles exercent, du moment que l'action de *marée* est nulle.

Par là on encourage les amateurs imprudents à rêver d'autres découvertes. Cependant, le proverbe *errando discitur* s'applique même dans des cas pareils; aussi je profiterai des erreurs de MM. Strentzrel, Gaspar, etc. pour faire d'utiles réflexions.

Supposons qu'il n'y ait que deux planètes M, M', la période de la première étant égale à une année et celle de la deuxième égale à deux. Leurs distances au Soleil sont fixées par ces périodes, mais leurs masses ne le sont pas. Nous les supposerons telles que le produit $\frac{m}{d^2}$ soit égal pour les deux planètes. Appelons-le k.

Pour calculer la période *moyenne*, d'après M. Gaspar, nous devons écrire

$$P = \frac{kp + kp'}{k + k} = \frac{3^{\text{ans}}}{2}.$$

Or, si nous supposons les deux planètes en conjonction, à l'origine, au bout d'une année et demie, la première sera revenue au point de départ et l'aura dépassé de 180°, tandis que la deuxième aura parcouru seulement 270°. Les planètes ne seront pas revenues *toutes deux* au point de départ. Lorsque les deux planètes se trouvent à 90° de distance, il y aura une résultante de leurs actions. Quand elles sont à 180°, l'une de l'autre, leurs attractions étant égales et de sens contraire s'entredétruisent. Enfin la résultante de leurs actions n'aura pris toutes les valeurs possibles que lorsque la seconde planète sera revenue elle aussi au point de départ, ce qui a lieu après *deux ans*. La période solaire est celle pendant laquelle les taches auront pris toutes les valeurs, suivant la manière de les mesurer. De même, dans le cas des attractions, la véritable période est celle pendant laquelle la résultante susdite aura pris toutes les valeurs en grandeur et en direction. Donc la formule qui donne une année et demie est fausse.

V. — L'ATTRACTION DIFFÉRENTIELLE OU DE MARÉE

L'attraction que nous venons de considérer ne s'exerçant que sur le centre d'inertie du Soleil, ne peut intervenir dans les productions des taches solaires pour en déterminer les maxima. M. Gaspar ne s'est pas rendu compte de cela; pour lui, ce qui intéresse, n'est pas le montant de l'action planétaire, mais *la période*. Aussi *ajoute-t-il* à la première coïncidence entre la période moyenne trouvée ci-dessus et le cycle solaire, une autre coïncidence, celle qui se rapporte à l'attraction différentielle ou de marée. Tout le monde sait que cette attraction s'exerce dans le rapport direct des masses et dans le rapport inverse des *cubes* des distances.

Alors, M. Gaspar applique sa formule du P moyen aussi à ce cas. Cependant il n'écrit pas $\frac{1}{d^3}$, mais d^3. L'erreur se répète partout dans cette recherche. Il dit qu'ici il faut comparer *l'effet*

produit par une planète (par son attraction différentielle) à l'effet de l'une d'entre elles (et il choisit Neptune, dont l'action est la plus petite) et faire le *cube* de ce rapport; ce qui serait tout à fait erroné. Toutefois, en examinant le tableau de ses calculs on aperçoit que pour chaque planète il a fait le produit de sa masse par l'inverse du cube de sa distance au Soleil en prenant la distance de Neptune pour unité; ce qui représente bien l'attraction différentielle. Quant à la *hauteur* de la marée qui est autre chose, il n'y entre pas, puisqu'il ne cherche que la *durée* de la période de l'action planétaire. Toutefois, il appelle *effet de la marée* $\frac{m}{d^3}$, ce qui est autre chose.

La formule qu'il emploie dans ses calculs est donc

$$p = \frac{\Sigma \frac{m}{d^3} p}{\Sigma \frac{m}{d^3}}.$$

A la vérité, il introduit le facteur $\left(1 - \frac{\rho}{P}\right)$ où ρ est la durée de la rotation du Soleil et $\frac{P}{S}$ la période de chaque planète.

Il prend $\rho = 34$ j. 75; mais l'introduction de ce facteur n'apporte d'effet sensible que pour Mercure, Vénus et la Terre. Le plus curieux est qu'en appliquant sa formule complète, M. Gaspar trouve

$$P = 5{,}56107.$$

C'est, par hasard, la moitié de la période solaire. En effet le double de la valeur que nous venons d'écrire est égal à 11,12214. Cette fois, d'après Gaspar, pour obtenir un accord plus parfait avec la période 11,16, il faudrait exclure l'action de marée de la part des planètes Mars, Saturne, Uranus et Neptune.

Le lecteur comprendra bien tout ce qu'il y a d'arbitraire dans cela. Avant de montrer que la formule ci-dessus est erronée, comme nous l'avons fait pour la formule précédente, nous expliquerons pourquoi on trouve la moitié de la période solaire, du moment que Gaspar ne le dit pas. Dans tout cela il est évident que l'action de Jupiter est énormément prépondérante. On n'a recours aux autres planètes qu'en tant que l'introduction de leur action peut diminuer la période de 11 ans 86 de Jupiter. Or, dans le cas de $\frac{m}{d^2}p$, la petitesse de $\frac{m}{d^2}$ trouve, pour les planètes les plus éloignées, une certaine compensation dans le produit par p. Dans le cas des marées $\frac{m}{d^3}$ est tellement petit pour les planètes éloignées que le produit par p ne la compense pas. En outre, dans le premier cas, la petitesse des masses des planètes intérieures à l'orbite de Jupiter, ne leur permet pas d'entrer pour beaucoup dans la valeur du dénominateur $\Sigma \frac{m}{d^3}$.

Au contraire, dans le cas des marées la petitesse de la distance au Soleil rend $\frac{m}{d^3}$ considérable. Il s'ensuit que dans le cas de l'attraction différentielle le dénominateur est deux fois plus grand (par rapport au numérateur) que dans le cas de l'attraction totale sur le centre du Soleil. Par conséquent la formule donne pour P la moitié de la valeur du cycle solaire.

Sans doute, dans le cas des marées, l'action simultanée de deux planètes est la même lorsqu'elles sont en conjonction ou en opposition (à 180° de longitude); mais comme on n'a pas introduit ce principe dans la formule, elle ne peut donner ce qu'on n'y a pas introduit. Donc, rien que ce fait, que la formule donne seulement la moitié de la période undécennale, aurait dû faire comprendre qu'elle est fausse. Nous allons le montrer d'une manière analogue au cas précédent, de l'attraction totale.

Supposons deux planètes M, M' dont les périodes soient d'un an et de deux. Leurs masses seront, comme dans le cas précédent, choisies de manière à avoir $\frac{m}{d^3}$ égal à k pour les deux planètes. La formule donnera $P = \frac{3}{2}$ comme dans l'autre cas. Ici il n'est pas question de la moitié de la période obtenue précédemment.

Or, dans le cas des marées, la période pendant laquelle la résultante de l'attraction différentielle des deux planètes prend toutes les valeurs possibles est l'intervalle entre une conjonction et une opposition. Dans notre cas, au bout d'une année la première planète sera revenue à l'origine et la seconde s'en trouvera à 180°, donc en opposition. La valeur exacte de P est donc égale à une année, non pas à une année et demie. On voit donc que la formule est erronée.

On comprend pourquoi dans le cas de l'attraction de marée son résultat prend toutes les valeurs possibles dans l'intervalle entre une conjonction et l'opposition suivante. Ici l'action s'exerce sur la *surface* du Soleil, non sur son centre. La *direction* de la résultante n'y entre pas; l'essentiel est d'agiter la surface susdite, qui, d'ailleurs, *tourne* toujours par la rotation du Soleil.

M. Gaspar introduit, dans une seconde approximation, même l'excentricité des orbites planétaires, la latitude héliographique des taches, etc.

Mais le lecteur sait maintenant à quoi s'en tenir.

De même, M. Gaspar tâche de retrouver la période complète de 90 ans à peu près, proposée par M. Sée, comme nous avons vu précédemment.

A mon avis, la moyenne qui donne P dans les deux cas, de l'attraction totale ou différentielle n'a pas de sens *mécanique;* c'est comme si l'on faisait la moyenne de 8 nombres écrits au hasard. Pendant les différentes périodes des 8 planètes leurs actions tantôt s'ajoutent, tantôt s'entredétruisent. Comment parler d'une moyenne de valeurs énormément différentes? L'action de Jupiter est plus de 1200 fois plus grande que celles de Mars, de Neptune, etc.

Ce qu'il y a de plus étonnant dans les publications de ceux qui ont soutenu l'efficacité des actions planétaires relativement à la période des taches solaires est que, s'ils ont eu soin de s'occuper des *périodes* qui se rapportent à l'action supposée des planètes, ils n'ont nullement calculé l'*intensité* de cette action. Cela se rattache à la remarque que nous avons faite au commencement de cet article, c'est-à-dire que, quand même on arriverait à trouver une correspondance, une coïncidence entre deux phénomènes, pour pouvoir admettre une *connexion* entre eux et affirmer que l'un d'entre eux est produit par l'autre, *il faut démontrer que cela est possible.*

Or, dans le cas de l'action exercée par les planètes sur le Soleil, nous avons vu qu'il ne peut être aucunement question de l'attraction totale. Nous verrons qu'il en est de même de l'attraction différentielle.

J'ai calculé pour les 8 planètes principales (connues avant la découverte de Pluton), l'intensité de son attraction différentielle qui s'exprime par $\frac{m}{d^3}$ en prenant pour unités de masse et de distance les éléments de la Terre, et j'ai obtenu :

Mercure	0,96544	Jupiter	2,26604
Vénus	2,15880	Saturne	0,10916
La Terre	1.00000	Uranus	0,00205
Mars	0,03053	Neptune	0,00063

Ensuite, j'ai calculé la hauteur de la marée sur la surface solaire au point ayant au zénith la planète Jupiter, donc la marée statique, en employant la formule que j'ai donnée ici-même[1], et j'ai trouvé en fraction de *millimètre* 0,47684. Remarquons que le corps perturbé (le Soleil) reste toujours le même dans le cas de n'importe quelle planète. Par conséquent la hauteur de la marée produite par l'action de marée simultanée de toutes les 8 planètes, si elles étaient toutes au zénith du même point du Soleil, serait à peine de 1 mm., 3747!

Avec une marée pratiquement nulle, sur un globe qui subit des agitations considérables sur sa surface — les taches, les protubérances, etc. en font foi —, s'écroule l'échafaudage de toutes les recherches de ce genre. Il faut chercher ailleurs la cause de la période undécennale.

Il est vrai que quelques esprits enclins à la contradiction, devant cette déception, cherchent à tourner l'obstacle, à changer la question et invoquent au sujet des actions planétaires, les recherches récentes sur la radio-activité, sur l'émission et la réception des électrons et parlent de la grande instabilité de l'équilibre sur le Soleil; mais les savants sérieux ont exprimé leur opinion sur ces prétendues actions mystérieuses, qui jouent le rôle de trompe l'œil et ne servent qu'à donner aux amateurs peu avisés l'occasion d'inventer des théories qui ne tiennent pas et d'annoncer de grandes découvertes qui ne témoignent que de leur imagination très vive.

NOTA. — Pour abréger, nous n'avons pas montré que l'origine, la naissance, la forme et la durée des taches ne nous permettent pas de les rattacher à un phénomène instantané d'origine planétaire qui ne peut se concilier avec un effet aussi localisé qu'une tache solaire.

Jean Boccardi,
Correspondant du Bureau des Longitudes.

1. *Revue Générale des Sciences*, 15 juillet 1930.

LES VÉGÉTAUX LAISSENT-ILS ENTREVOIR DES VARIATIONS DE CLIMAT ?

Au cours de divers articles parus ici-même nous nous sommes efforcés d'examiner les éléments assez variés que l'on pourrait invoquer en témoignage pour mettre en évidence une variabilité des climats de la Terre : certes, le climat des époques géologiques n'est pas celui d'aujourd'hui, personne ne le conteste, et notre globe eut à traverser plusieurs périodes glaciaires; mais, quand on cherche à définir avec plus de précision le climat lui-même, on se heurte à d'assez grandes difficultés à cause de la multiplicité des éléments qui entrent en jeu; et si l'on veut préciser les origines du climat actuel, on voit qu'il faut introduire des causes astronomiques, les variations probables de la radiation solaire, l'influence des grands courants aériens et marins, etc.... Ainsi, en fait, le problème se complique sans cesse au lieu de s'éclaircir puisque nous introduisons dans la discussion de nouveaux facteurs sur lesquels nos connaissances sont fort incertaines.

Assurément, à une époque toute récente, l'homme a fait des observations, et l'on imagine volontiers qu'il serait aisé de conclure en discutant les nombres observés : or, nous avons montré, également, que les éléments météorologiques sont encore trop imparfaits pour permettre une extrapolation; de plus, et ce n'est pas la moindre des difficultés, les variations accidentelles sont d'une très grande amplitude devant les petites variations dont on peut suspecter le climat et, en fin de compte, les conclusions sont encore souvent contradictoires.

Nous voudrions examiner pour l'instant si le problème de la variabilité des climats peut utilement tirer parti des données que fournissent les phénomènes de la végétation : certes, il s'agit cette fois d'éléments qui auront un caractère *qualitatif*, beaucoup plus que quantitatif comme les fourniraient des observations météorologiques, mais ce ne sera pas un empêchement à conclure, si les phénomènes qualitatifs mettent en évidence une évolution progressive.

Sans doute les êtres vivants, au même titre que les végétaux, peuvent être considérés comme des réactifs géographiques (Combes), mais il ne faut pas trop espérer dans cette direction et les efforts tentés pour déceler sur eux une influence radioactive du Soleil (Courty) ne peuvent encore conduire qu'à des conclusions très prématurées; car l'homme, ou l'animal, se défend malgré tout contre les intempéries, il se déplace, se protège, se cache. Malgré tous ses efforts de défense, la plante est *presque* fixe et il semble que ses réactions seront plus faciles à mettre en évidence; mais aussi, dans cet ordre de faits, une grande attention est nécessaire pour ne pas attribuer à des causes météorologiques des variations dont l'origine peut être toute différente.

D'autre part, les plantes nous sont d'une utilité extrême, comme nourriture exclusive de certains animaux et par le rôle considérable qu'elles jouent dans l'alimentation humaine, et, si elles témoignent à nos yeux de l'état des climats, il nous est nécessaire, réciproquement, de les placer dans un milieu qui leur convienne : et, plus tard, quand la Science aura progressé... nous aurons pu diviser la surface de la Terre en zones climatiques assez précises pour faire une classification très nette des plantes et des animaux qui appartiennent, et conviennent de façon optimum, à chaque zone. A ce point de vue, la géographie des climats est assurément en rapport étroit avec celle des plantes cultivées et des animaux domestiques.

Ainsi donc, si les climats sont importants pour l'homme ils le sont encore bien davantage pour les végétaux, qui ne peuvent se mouvoir et sont obligés de rester exposés. Très rapidement, assurément, on a pu mettre en évidence la sensibilité des feuilles à l'éclairage : on sait qu'elles ont une tendance à s'incliner sur la direction du rayon lumineux de façon à ne recevoir ni trop, ni trop peu, de lumière, et, au point de vue du phénomène d'adaptation, on en a déduit d'intéressantes conclusions sur la répartition des feuilles sur les tiges. Mais le problème se complique aussitôt car la *nature* des radiations lumineuses intervient dans les cycles des phénomènes végétatifs et, depuis longtemps, Gladstone fit à ce sujet de très importantes expériences : c'est alors le rôle complet et complexe de l'atmosphère qui intervient, avec ses propriétés, sa composition et ses variations.

Puis, dès le début, une difficulté se présente : alors que nos appareils enregistrent, *à notre choix*, tel ou tel des phénomènes de l'atmosphère, la plante, elle, intègre dans sa croissance toutes les actions extérieures, ce qui rend difficile la différenciation des divers facteurs agissant sur elle. Et l'action de chaque facteur dépend, non seulement de l'époque de l'année, mais aussi de la succession des situations météorologiques. Prenons un exemple. En hiver, la gelée aura des effets

sur la ramure, la tige ou les racines; c'est sur les parties herbacées des plantes, et relativement à faible hauteur, qu'agiront les gelées de printemps. Et la succession des temps influe sur la sensibilité de la plante[1] : si une grande sécheresse ralentit la circulation de la sève on voit, après les pluies d'automne, se former une pousse nouvelle qui rend la plante plus sensible à la gelée.

Malgré cette confusion de tous les facteurs climatiques dans l'intérieur de la plante, examinons les renseignements apportés par les plus anciennes cultures, pour voir s'ils sont imputables à une variation d'action météorologique.

On sait, par exemple, que la culture de la vigne en France s'étendait autrefois jusqu'en Picardie tandis que, aujourd'hui, elle ne dépasse guère au Nord le département de Seine-et-Oise. Faut-il, avec bien des auteurs, en inférer une détérioration du climat, qui aurait obligé l'homme à reculer vers le Sud la limite de cette culture?

La cause paraît toute différente, et beaucoup plus simple : on conservait autrefois des vignobles dans des régions où le raisin ne parvenait pas tous les ans à maturité, et dans des terrains qui ne paraissaient pas propres à d'autres cultures; et les difficultés d'échanges et de transport favorisaient les cultures locales, précaires assurément, mais encore avantageuses ou simplement utiles pour la consommation individuelle (A. de Candolle). Mais lorsque le progrès des communications permit à ces régions de recevoir à bon marché le vin de pays plus favorisés, la culture de la vigne fut rapidement abandonnée pour d'autres devenues plus rémunératrices.

Ainsi, on peut affirmer que la culture d'une plante est abandonnée dès qu'il devient plus profitable d'importer le produit, soit d'une autre province, soit d'un autre pays : toute conclusion à un changement de climat, basée sur un tel changement de culture, peut donc être tenue pour inexacte. Parfois, aussi, un pareil changement trouve son explicatiotn la plus naturelle dans sa corrélation avec un phénomène économique local. Ainsi, en Angleterre, le blé était jadis cultivé beaucoup plus au nord : une simple modification des taxes a modifié les zones cultivées. Récemment encore, étudiant la géographie de l'olivier en Méditerranée, Clerget[2] reconnaît que « à mesure que les échanges se développent, la limite « moyenne de l'olivier s'abaissera (vers le Sud) « et la culture gagnera les régions où elle est vraiment rémunératrice ». Ainsi donc, de ce fait que le blé, le raisin, l'olivier, ne sont plus récoltés dans des régions de l'Europe où leur culture fut une occupation importante, il est tout à fait impossible de conclure que le climat, jadis favorable à ces plantes, leur est devenu contraire.

L'importance de ces facteurs de l'évolution économique paraît capitale et, cependant, il s'est encore élevé contre de Candolle quelques voix discordantes : Mac Nab prétend que les étés en Ecosse se refroidissent, les fruits ne mûrissent plus, les légumes disparaissent. Conclusion basée sur un demi-siècle d'observations; Bourlot juge des variations de climat par la modification dans les cultures de la vigne et d'autres plantes, expliquant vaguement les choses par une variation de la hauteur du pôle. C'est l'étude de Carret qui est la plus complète : se basant sur la hauteur des cultures, notamment de la vigne, d'après des actes de vente, il reconnaît que 250 ans plus tard la vigne ne réussit plus dans les mêmes endroits; les forêts s'abaissent; en France, l'olivier et l'oranger reculent vers le sud; la canne à sucre, anciennement acclimatée en Provence, en a disparu — le tout révélant une aggravation du froid de l'hiver aussi bien qu'une diminution dans la chaleur de l'été.

Faut-il accepter tous ces résultats en confiance? Ce serait téméraire : dans les temps préhistoriques, on utilisait les mêmes plantes que de nos jours; dans les mines mycéniennes, on a retrouvé des presses à huile et des noyaux d'olive; A. Philippon (1904) paraît donc bien autorisé à conclure que, aux temps-historiques, les grands traits du climat méditerranénen étaient les mêmes qu'aujourd'hui. A côté, on constate que, dans les environs du lac d'Annecy, la végétation n'a subi que des variations peu considérables depuis l'époque néolithique (Guinier, 1908) — et tout ceci incite à la prudence!



La plante constitue pour le météorologiste un moyen d'investigation précieux et, par la connaissance exacte de son développement, on peut se former des idées précises sur les conditions du climat. Dès le début, on pensait que les différentes phases de la vie végétale fournissaient une mesure de l'effet total de l'action calorifique, en sorte que la plante eût été comme un thermomètre enregistrant, ou mieux intégrant la quantité totale de chaleur; mais les phénomènes de la nature sont encore plus complexes et les végétaux indiquent, en réalité, *toutes* les influences météorologiques. L'eau du sol intervient pour les alimenter et, aussi, suivant un processus assez complexe, dans l'évaporation[1] par les feuilles.

1. Cf. ROLET (Antonin) : La gelée et les végétaux. *La Nat.*, 15 fév. 1930, pp. 177-179.

2. *Bull. de la Soc. de Géogr. d'Egypte*, mai 1926, p. 6.

1. On trouvera dans Szynkiewicz une bibliographie assez complète en ce qui concerne l'évaporation des plantes et leur répartition.

L'eau est le premier aliment de la plante et elle est nécessaire aux diverses réactions du métabolisme : sa quantité et son opportunité conditionnent la récolte. Le moment où la plante a le plus besoin d'eau a été qualifié par Azzi de *période critique* et chaque plante doit avoir sa période critique dont l'époque varie, cela va sans dire, suivant l'espèce, et il y a là un sujet d'étude de grande importance, tant au point de vue biologique qu'au point de vue agricole; ainsi, pour le blé, il s'agit de la période des trois décades qui précèdent l'épiage et de celle qui l'accompagne.

Mais, dès le début des relations que nous cherchons entre le botaniste et le météorologiste, on voit combien les problèmes sont confus et souvent mal définis. Ne faut-il pas, tout d'abord, s'efforcer de caractériser l'humidité d'un climat? puisque la quantité totale d'eau qui tombe est un élément insuffisant. C'est ce que s'est efforcé de faire Szynkièvicz[1] en considérant que l'humidité de l'air doit être caractérisée par une quantité proportionnelle à l'évaporation, évaporation variable suivant la nature des corps qui perdent l'eau, végétaux, animaux, minéraux. L'auteur introduit alors ce qu'il appelle l'*indice d'évaporation*, qui est sensiblement proportionnel à la différence entre la tension de la vapeur à la surface évaporante et celle dans l'air ambiant, pour parvenir à des conclusions qui paraissent singulières au premier abord : Java, très humide pour l'homme, est relativement assez sec pour les végétaux; le climat de montagne, en zone tempérée, est sec pour l'homme mais humide pour les végétaux au total, à cause de plus grands écarts entre les températures, les plantes et animaux à sang froid ne réagiront pas comme l'homme. Et, du point de vue de la végétation, ce qui importera le plus, dans la précipitation, sera le rapport entre la quantité d'eau tombée et celle qui est perdue par évaporation[2].

Il existe bien d'autres cas où le rôle d'un agent déterminé est double : la lumière atténuée sera plus favorable au développement des feuilles et des organes de vie active, tandis que la pleine lumière solaire directe est préférable pour la production des graines, tubercules et de tous les organes de réserve (R. Combes).

Une association végétale est fonction du milieu et détermine elle-même un milieu spécial : il faut que les plantes vivent dans un milieu biologique, c'est-à-dire qu'il faut approprier à chaque espèce le climat, le terrain dans lequel elle doit vivre, et tenir compte aussi du milieu ambiant, de l'influence des autres végétaux, des mains plus ou moins expérimentées qui les cultivent; en un mot, la plante doit trouver autour d'elle tout ce qui est utile à son complet développement. Mettant les mêmes plantes dans des caisses et à diverses altitudes Sampson indique comment les plantes enregistrent la résultante du climat, climat qui est lui-même analysé à l'aide d'instruments voisins : chaque plante ayant une température nécessaire au-dessus de laquelle la végétation puisse entrer en activité, la végétation ne réussira pas à une altitude trop grande qui présentera un manque de chaleur et d'humidité consécutif à une évaporation exagérée; la culture ne peut donc réussir que dans une région protégée contre l'évaporation ou irriguée; et l'influence du vent, élément que l'on introduit beaucoup trop rarement dans les notions de climat, est un facteur de différenciation de plus entre le climat de plaine et celui de montagne.

C'est à la phénologie que ressortit l'étude des phénomènes périodiques de la vie des plantes : germination, pousse des feuilles, floraison, maturation des fruits, et Linné proposa le premier un plan régulier d'observations : pour avoir des données comparables, il faut s'adresser à des espèces assez répandues, n'exigeant pas de conditions culturales spéciales, et ne considérer que quelques phénomènes nettement accusés tels que le commencement de la feuillaison, l'éclosion des premières fleurs, les premiers indices de maturation, la semi-décoloration ou décoloration générale des feuilles.

Les efforts de Quételet dans l'étude des variations de température et leur classification en diverses catégories, pour tenter de mettre en évidence certains caractères périodiques, avaient été partiellement couronnés de succès[1]; il poursuivit ses recherches pour connaître l'influence de la température sur la végétation et, à la suite de ces travaux et des critiques de Cohn, l'Académie des Sciences de Belgique avait conçu le projet d'une enquête très vaste et très utile[2]. Cette enquête, préconisée par Quételet pour l'étude d'en-

1. Szynkièvicz (Dezidory) · Etudes climatologiques. V. *Acta Soc. Botan. polon.*, t. II, n° 4 (1925) : analysé dans *La Géogr.*, t. XXXXIII (mars 1925), p. 364.

2. Jusqu'ici l'on considérait les *isonotides*, lignes qui réunissent les points du globe qui ont le même facteur pluvial de Lang, c'est-à-dire pour lesquels le quotient de la précipitation totale annuelle par la moyenne de la température est le même; Szavakovats confirme les vues de Szynkièvicz en démontrant que le degré d'irrigation d'un climat ne se mesure pas par le rapport précipitation-température, mais plutôt par le rapport précipitation-évaporation (Einige Bemorkungen über die Isonotiden. *Peterm. Mitteil.*, Gotha, 1927, liv. 7-8).

1. *Acad. des Sc. de Bruxelles*, 10 mai 1853; analysé dans *Cosmos*, t. III (1853), p. 277.

2. Voir l'intéressant article de *Cosmos*, t. VI (1855), p. 304

semble des phénomènes périodiques, n'a jamais été poursuivie avec méthode[1] en ce qui concerne les éléments culturaux, les manifestations des insectes, des oiseaux, etc... sauf quelques travaux isolés et bien postérieurs de Angot : et la chose est fort regrettable car, à longue échéance, une pareille statistique apporterait certainement des résultats féconds.

Mais, il faut bien le dire aussi, ces études sont difficiles et nécessitent une critique très sûre. En effet si, par exemple, les plantes ne sont pas insensibles à la température moyenne, elles souffrent ou profitent des incidents thermiques lors des périodes critiques, germination, floraison, fructification[2], et si elles ont à souffrir deux, trois... fois, elles peuvent être conduites à disparaître; or ces *accidents* disparaissent, précisément, dans les moyennes, de sorte qu'il faut étudier chaque végétal spécialement et qu'il s'agit alors de botanique plus que de météorologie[3].

Le problème, d'ailleurs, est fort complexe. Comment définir, comment apprécier l'action de la température extérieure pour caractériser les divers phénomènes végétaux, feuillaison, floraison? Adanson propose d'utiliser la somme des températures depuis le début de l'année et en déduit aussitôt des conclusions remarquables (??). Mais *quelles* températures, hélas! maxima, minima, à midi...? Quételet essaye la somme des carrés des températures *depuis le réveil* de la plante[4]; Babinet complique déjà en introduisant la somme des températures et le carré du nombre des jours[5], etc...

On voit par ces quelques exemples qu'une méthode sûre fait encore défaut.

Cependant, poursuivant des études très étendues, Hoffmann parvenait à montrer l'influence de la longitude, de la latitude et de l'altitude sur les divers phénomènes nettement accusés de la végétation dont nous parlions tout à l'heure; il était conduit à des graphiques représentatifs et l'on peut conclure, notamment, que ces divers stades sont moins espacés, c'est-à-dire que leur succession est plus rapide, le développement de la plante s'accélère, pour ainsi dire, quand on se déplace vers le Nord.

Et, en effet, les botanistes avaient plutôt les yeux tournés vers la distribution géographique des espèces et les transformations successives de la vie des plantes, tandis que les météorologistes s'attachaient davantage aux relations possibles des phénomènes végétaux avec les conditions moyennes successives de l'atmosphère. Même, on peut dire qu'au début le problème ne fut pas assez décomposé, les botanistes traçant sur la terre les réseaux des stades végétatifs, et les météorologistes cherchant à faire le même travail pour ce qu'ils entendaient appeler les éléments du *climat;* c'eût été un moyen indirect mais assez sûr d'atteindre les relations entre les éléments du climat et les phases du végétal.

Boussingault crut à des lois très simples en fonction de la température, mais avec de Candolle, Linsser, Sachs, Krasan, de Vries, Köppen, Hult, Hildebrandssen, etc... la question s'est élargie et précisée : pour chaque espèce, et pour chaque fonction de cette espèce, le phénomène ne se produit qu'entre deux températures limites et il se produit *au mieux* pour une température intermédiaire entre le minimum et le maximum, que l'on appelle *la normale;* par exemple, le maximum de floraison est inférieur au maximum de végétation, de sorte que, maintenue à une température trop élevée, une plante continue son évolution végétale sans pouvoir fleurir. On conçoit alors les facteurs variés qui interviennent dans *la vie vraie* de la plante, et non plus dans sa vie expérimentale : ainsi, par l'effet des variations diverses, un phénomène pourra se produire même si les températures moyennes sont au-dessus du maximum ou au-dessous du minimum.

Certes, ce que nous venons de dire de *la vie vraie* de la plante ne condamne en rien le processus expérimental, mais cependant, aujourd'hui, le botaniste s'efforce de placer ses sujets d'observation dans des conditions naturelles et, surtout, aussi précises que possible. A cet égard, de récentes expériences offrent un grand intérêt lorsque Forman cherche à différencier l'effet des divers facteurs climatiques en mesurant la croissance de jeunes plantes pendant le mois qui suit leur germination : deux stations analogues sont installées, l'une en climat continental, l'autre en climat marin; les plantes sont cultivées en pots de même terre, avec le même système d'irrigation, et toute la saison peut être suivie en faisant de nouveaux semis tous les quinze jours. La conclusion nous importe : la température joue un rôle prédominant sur l'humidité ou la luminosité, et les différences d'humidité ne provoquent de différences nettes dans l'accroissement que si la température est assez élevée pour que la plante « travaille »; enfin, la possibilité d'accroissement de végétal adopté (Soja) est au moins deux fois plus forte en climat marin qu'en climat de montagne.

Mais personne ne saurait dire quelles conclu-

1. Voir l'article de *Cosmos*, 2e série, t. V (1867), pp. 259-265.
2. Cf. Antonin ROLET : La fructification des arbres fleuris et les intempéries. *La Nat.* Suppl.), 20 juin 1925, p. 193.
3. E. DUCLAUX : Cours de Physique et de Météorologie, p. 489.
4. Cf. *Cosmos*, t. I, p. 91.
5. *C. R. de l'Ac. des Sc.*, t. XXXIII (1851), p. 521.

sions restent applicables aux autres plantes et dans quelles proportions.

De toutes façons, des facteurs très variés interviennent dans la vie de la plante et l'on ne peut plus admettre des lois aussi simples que celles de Quételet ou de Babinet : ici, un arbuste ne poussera pas parce qu'il a été exposé à la gelée; là, le bois de la plante n'aura pas mûri par suite d'un été trop court et le cycle du processus de vie n'aura pu se compléter. Il est donc insuffisant, par exemple, de recourir à des températures moyennes ou à des totaux de températures supportées, et Köppen a heureusement introduit les durées (un mois, quatre mois) pendant lesquelles la température moyenne reste au-dessous d'une certaine limite, 10° 20°, ... pour représenter par des cartes les régions propres à certaines essences forestières, — il conclut même à l'influence des éléments météorologiques sur la disposition psychique des habitants de divers climats!

***

Revenons un instant aux notions culturales.

Sur *cinq* années d'observations, les Becquerel (1869) concluent que « pour qu'un pays soit un « pays à vignes, il faut que le maximum de pluies « coïncide avec la fin de l'automne. » Ce serait là, assurément, une remarque assez curieuse, mais elle est tout à fait insuffisante pour servir de définition au pays viticole et, surtout, étant donné les variations considérables des éléments météorologiques, la remarque perd toute sa valeur à cause de l'extrême brièveté de la période envisagée comparée à la complexité de la question.

Etudiant le climat bisontin. Lebeuf a très bien mis en évidence l'insuffisance d'un seul élément en montrant qu'une moyenne thermique annuelle (9°,93) serait impropre à caractériser le climat et qu'il faut lui en adjoindre toute une série d'autres, valeurs saisonnières, valeurs extrêmes, et toutes particularités susceptibles d'éclairer et de préciser la signification des nombres obtenus; et prenant le cas de la vigne, cas qui nous intéresse spécialement ici, puisque cette culture a diminué dans la région, il dit : « Elle s'accommode de basses tem« pératures en hiver et exige une grande cha« leur estivale pour donner du fruit. Placée dans « une région où l'hiver est doux, l'été modéré, elle « ne réussit pas et, cependant, cette région pour« rait jouir d'une moyenne supérieure à 9°,9, « comme les côtes de Normandie et de Bretagne. »

Mais si la plante *intègre,* comme on le dit couramment, toutes les conditions auxquelles elle est soumise successivement, on manque de renseignements précis sur les conséquences lointaines de chacune de ces conditions : étudiant par exemple la vigne en Italie, Ferrari avait observé que, si la température moyenne de deux mois d'hiver atteint — 2°, on peut s'attendre à une perte de 50 % sur la production moyenne; si elle s'approche de — 4°, le déchet atteindra 75 %. De telles remarques sont très précieuses, mais elles sont fort rares, alors que leur multiplicité seule permettrait d'esquisser des conclusions.

En examinant les relations entre les phénomènes météorologiques et les récoltes aux Etats-Unis, Warren Smith (1916) fait lui aussi, dans ce sens, quelques remarques intéressantes : la récolte du blé d'hiver dépend en grande partie de la température à la fin de l'hiver, et les chutes de neige tardives sont particulièrement nuisibles; les alternatives de gel et de dégel ont un effet salutaire, sans doute parce qu'elles coïncident avec un arrosage progressif; par contre, et contrairement à l'opinion courante, la couverture du sol par de la neige n'exerce en hiver aucune action favorable sur le froment.

Actuellement, il faut reconnaître que l'on est un peu mieux renseigné, et surtout depuis les récents travaux de Azzi, sur les périodes qui correspondent à des phases particulières de la vie des plantes : dans ce sens, on peut dire que la végétation présente des *périodes critiques* soumises aux divers phénomènes météorologiques, humidité, pluie, gelée, chaleur et sécheresse. Ainsi, la période critique de la végétation du blé *par rapport à la pluie* est composée de quatre décades, les trois qui précèdent la sortie des épis et la quatrième qui accompagne l'épiage : c'est pendant l'épiage que s'accomplit la véritable floraison, avec la fécondation qui se fait à huis clos, et c'est alors que la céréale a *absolument* besoin d'un minimum d'eau. De la façon dont s'effectue l'épiage dépend pour la plus large part le rendement final; la quantité de grain est en relation directe avec les pluies pendant la période critique et les pluies ultérieures n'ont que peu d'influence; si même l'arrosage fut favorable pendant cette période, et que les pluies viennent ensuite à manquer complètement, le rendement n'en sera que meilleur.

En général, le rendement augmente avec la hauteur d'eau pendant la période critique, jusqu'à une valeur optimum, bien entendu, car l'excès d'eau est aussi néfaste que le manque d'eau; puis interviennent d'autres éléments tels que les maladies de la plante (rouilles) qui, elles, paraissent d'autant plus graves que l'on est en présence, dans l'ensemble, d'une année plus humide[1]. Il faudrait pousser dans les détails l'examen de *tous* les

1. Voir, notamment, J. Beauverie : *C. R. Ac. Sc.*, 16 oct. 1922, 19 fév. et 5 mars 1923.

facteurs du climat d'une façon méthodique, pour voir ce qui entrave la plante et ce qui favorise son rendement, car de telles études peuvent comporter des applications de la plus haute importance au point de vue économique. Si la sécheresse est reconnue comme la cause déterminante de la faiblesse du rendement des récoltes de blé dans une zone particulière, trois façons possibles d'y remédier s'offrent aux cultivateurs : déplacer la phase de la végétation à laquelle correspond la période critique, en modifiant l'époque de l'ensemencement; modifier artificiellement les conditions météorologiques pendant la période critique, en irriguant si cela est possible; sélectionner le blé en partant de lignées pures, de manière à avoir une variété qui résiste au phénomène météorologique nuisible, la sécheresse par exemple.

Pour chaque plante cultivée, il y aura donc lieu de connaître les périodes critiques, les époques moyennes de l'année où elles se présentent, élément variable avec la région, afin de pouvoir tracer des cartes dites phénoscopiques par Azzi. Autant de cartes, bien entendu, que de périodes critiques et de phénomènes météorologiques décisifs[1]; ainsi, pour les céréales, il y en a quatre relativement à l'humidité : germination, épiage, floraison, maturation des grains. Et ces cartes pourront rendre, au point de vue de la connaissance des climats, les services que peuvent rendre les cartes géologiques au point de vue de la nature du sol et par conséquent de sa fertilité : toutes apporteront leur contribution pour le problème global du rendement ou de la fertilité.

Il en est de même pour les arbres fruitiers : si la chaleur qui leur est nécessaire dans la période critique correspondante est inférieure à celle dont ils ont besoin, la récolte sera compromise. Mais ils nous donnent en outre un excellent exemple d'un problème encore plus compliqué puisqu'il faut *deux ans* pour que s'accomplisse une fructification de nos arbres (Cf. Bellair) : la première année se construit le bouton floral; la seconde est celle de la réalisation avec l'utilisation des éléments de réserve, floraison, fécondation, fructification. Certes, des arbres très fertiles, vigne, pêchers, quelques pommiers et poiriers, peuvent accomplir simultanément les deux tâches, nourriture du fruit et construction des boutons floraux, mais est-il bien certain que, eux-mêmes, n'intègrent pas sur deux années les résultats des conditions météorologiques? Pour le blé, la qualité du grain une année ne réagit-elle pas, comme semence, sur la récolte suivante? Aussi bien faut-il encore tenir compte de ce fait que les périodes de grande fructification restent toujours exceptionnelles, fatiguent les arbres, et sont le résultat d'un déséquilibre dans la distribution des réserves.

Il semble, au premier abord, que toutes ces considérations soient un peu étrangères à la question même de la variabilité des climats, mais il n'en est rien, en réalité, et il y aurait même bien d'autres points à développer : car, en observant parallèlement les phénomènes biologiques qui dominent la vie des plantes et les phénomènes météorologiques qui réagissent sur eux avec le plus d'intensité, non seulement on met en évidence les réactions entre les facteurs météorologiques et les périodes critiques de la végétation, mais encore on se rend mieux compte de la complexité du problème, de l'influence de l'homme et de la variation des procédés de culture, de la sélection des espèces et, en un mot, des doutes extrêmes qui subsistent sur la valeur des témoignages agricoles en matière de climatologie.

Le renseignement apporté par des cartes culturales ne saurait être négligé, mais il est moins formel et moins précis que celui des cartes géologiques, car il ne suffit pas que la plante trouve *en moyenne* la température ou les quantités d'eau qui lui sont nécessaires : il faut d'abord qu'elle en trouve toujours, c'est-à-dire que les écarts d'une année à l'autre par rapport à la moyenne ne soient pas trop considérables, et même que la variation d'un jour à l'autre n'affecte pas trop l'organisme végétal, deux raisons qui viennent condamner dans certains cas les climats extrêmes ou à trop brusques variations.

Enfin la plante, elle aussi, s'adapte et évolue, de sorte que le climat *actuel* n'est *qu'un* des facteurs qui influent sur la distribution des êtres organisés : le second est le facteur historique mais, ici, malgré d'intéressantes recherches, la Science en est encore à balbutier. Car il y a conflit incessant, comme dans toutes les questions biologiques : l'adaptation et l'hérédité sont deux facteurs en lutte perpétuelle et se trouvent mis en évidence, chez les végétaux, tantôt par la plasticité de certains caractères, tantôt par la conservation presque immuable de quelques autres. Dès 1865, Fritsch s'était déjà préoccupé de l'influence de l'altitude sur les époques comparées de la feuillaison et de la floraison : il y avait là toute une série de remarques curieuses qui méritaient d'être reprises au cours d'une étude systématique plus complète.

Si l'on considère le nombre de jours de végétation d'une même espèce cultivée, on constate qu'il diminue à mesure que la latitude augmente. Quelle en est l'origine? l'action directe de la

1. On trouvera des indications intéressantes pour ces genres d'études dans Henry TEISSEYRE : Variations de l'amplitude diurne de la température dans les pays scandinaves. *Inst. Geoph. Univ. Leopol. Commun.*, n° 11, 1925 (*Kosmos*, t. L).

plante, celle du climat ou les deux réunies? Si l'on transporte en France du blé de Norvège, on observe qu'il reste *en avance* sur les plantes acclimatées, ce qui met en évidence une part d'influence de la plante elle-même et de ses qualités héréditaires — tant qu'elle n'est pas acclimatée : ainsi l'on tombe non pas dans l'étude de l'espèce, mais dans celle de la variété, et le problème n'a plus la belle unité que l'on pouvait espérer[1]. En 1900, Gaston Bonnier a envisagé les lentes modifications qui se produisent dans la forme et dans la structure, et qui permettent peu à peu à une même espèce végétale de se modifier avec le changement de climat; mais, alors, ceci va rendre très délicate l'utilisation des végétaux pour apprécier les changements de climat eux-mêmes.

Les renseignements les meilleurs, au point de vue climatologique, seraient certainement ceux qui concernent les époques de feuillaison et de floraison des plantes spontanées et des arbres fruitiers. Pour les plantes cultivées, le mode de culture et l'introduction de nouvelles espèces peuvent produire des variations notables dans les époques caractéristiques de la végétation; or, à l'encontre du renseignement scientifique recherché, c'est précisément sur les plantes cultivées que l'attention se porta de préférence, et c'est à leur sujet que l'on possède les documents les plus nombreux et qui remontent le plus loin : cette grave difficulté ne dispense pas d'examiner les indications que peut nous fournir la végétation.

*
**

Dans une étude très minutieuse, Angot s'est efforcé d'obtenir de bonnes cartes phénologiques plutôt que de rechercher les rapports entre les phénomènes périodiques de la végétation et les éléments météorologiques : il dégage bien, tout d'abord, pour la France, les retards dus à l'altitude; puis, une fois faite la correction d'altitude, on observe une extrême régularité dans les courbes représentatives des phénomènes agricoles périodiques, et les courbes synchroniques montrent avec précision la vitesse avec laquelle progresse chaque phénomène quand on se déplace vers le sud; enfin, étudiant la somme des températures nécessaires à la production d'un phénomène déterminé, il trouve que cette somme est moindre en se déplaçant vers le nord. Dans le même ordre d'idées, Ferrari s'est occupé des récoltes en Italie pour confirmer la loi de Sachs, à condition de ne pas se borner à la température et de tenir compte, également, des questions de nébulosité et du nombre des jours de pluie.

La vigne présente bien tous les inconvénients des espèces cultivées, car ses divers stades d'évolution, et particulièrement la maturation des raisins, sont influencés par bien d'autres causes que des causes météorologiques : exposition, mode de culture, espèce cultivée, etc... Mais, d'autre part, la statistique de Cheux montre que les divers intervalles qu'elle présente sont à peu près constants, de la feuillaison au début de la floraison, de là au début de la maturité et, surtout, que la date de la défeuillaison constitue le stade dont l'amplitude est la moins capricieuse. Tout cela fait que si les phénomènes de la vigne, plante cultivée, présentent un moindre intérêt physiologique, ces inconvénients sont aussi largement compensés par une régularité relative de quelques périodes évolutives et, surtout, par la très longue durée des séries d'observations.

Aucun autre phénomène n'a été étudié depuis aussi longtemps et avec autant de soin, et l'on doit à Angot l'étude la plus complète et la plus soignée qui ait jamais été faite dans ce genre, portant sur 600 époques de vendanges : on y trouve l'influence de l'altitude et de la latitude, des sommes de températures de Mars à Septembre, etc... Les époques de vendanges, en particulier, sont connues pour chaque année dans quelques localités, presque sans lacunes, depuis le XIV[e] ou le XV[e] siècle, et nous allons résumer les conclusions auxquelles a conduit l'examen de ces longues séries d'observations.

Dans les descriptions des vignes de la Gaule, que donne Columelle au premier siècle de notre ère, on reconnaît parfaitement une variété spéciale (le Pinot) qui est toujours le plant des grands vins de la Bourgogne. On sait de même que, depuis Grégoire de Tours (VI[e] siècle), ce sont encore les mêmes collines, et la même partie de ces collines, qui donnent les grands vins de Bourgogne; or ces mêmes plants donnent des produits très différents dès qu'ils sont transportés sous un autre climat, ou même à une altitude très peu différente. Sans doute, on peut incriminer en partie des variations inappréciables pour nous dans la nature des sols, mais cependant il est permis également de conclure que la moindre modification permanente dans la température ou dans l'humidité, comme cela résulterait d'une variation dans le climat, aurait aussi fait varier la position des grands vignobles.

Il resterait à savoir, cependant, quelles sont les amplitudes dans les dates d'apparition d'un phénomène déterminé, et c'est à Marsham que l'on doit une des premières et des plus heureuses contributions dans cet ordre d'idées — et dont l'exemple devrait être suivi! Etudiant les observations

1. Cf. Duclaux : *loc. cit.*, p. 493.

faites dans sa famille depuis 1736 et interrompues seulement de 1812 à 1836, qui forment un véritable et précieux journal agricole, l'auteur classe les divers phénomènes végétaux, et constate que les profondes modifications dans les hivers et printemps successifs ne se traduisent que par des décalages de dates de *neuf* jours pour certains phénomènes : ce sont là des variations bien peu considérables comparées à celles qui se sont produites dans les procédés de culture, de drainage, etc... et cette amplitude elle-même serait peut-être encore diminuée si l'on calculait les dates d'une façon correcte, à cause des années bissextiles, et en ne tenant compte que de la position de la Terre sur son orbite[1].

Et puisque l'on possède beaucoup de documents sur la vigne, revenons encore un instant sur elle pour examiner l'amplitude des époques de vendanges.

La date des vendanges, dans un même pays, éprouve de grandes variations d'une année à l'autre, sous l'influence des conditions météorologiques : parfois, même, toute une série d'années donne une moyenne plus hâtive ou plus tardive. Angot trouve que les époques de vendanges éprouvent de longues variations, allant jusqu'à 70 jours, ce qui constitue des écarts considérables et difficiles à interpréter par rapport à la moyenne : mais il est troublant de voir que ces écarts ne sont pas identiques dans des régions très voisines, ce qui prouve bien le mélange de toutes les influences, humidité, âge des plants, mode de culture, habitudes locales et leurs variations.

Il y aurait beaucoup à dire sur ces sortes d'oscillations irrégulières, à forte amplitude, autour d'une valeur moyenne, et sur les difficultés de les commenter pour mettre en évidence une perturbation possible, elle-même de petite amplitude; mais, au total, cette discussion prouve que l'époque moyenne reste à peu près constante, soit en France, soit dans les pays voisins; on ne peut y déceler aucune périodicité — pas même une oscillation qui se puisse rapprocher avec certitude des périodes des taches solaires, et les oscillations ne constituent nullement une variation continue dans un sens, toujours le même, qui puisse indiquer un changement progressif ou une modification constante du climat.

En résumé, la discussion des observations relatives à la végétation de la vigne montre que le climat de la France a pu subir des oscillations passagères et de courte durée, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, mais qu'en moyenne il est resté le même depuis quatorze ou quinze siècles.

⁂

On peut rechercher des documents analogues dans tous les vieux foyers de civilisation.

Pour la Grèce, Eginitis a établi la même stabilité dans les conditions météorologiques générales : actuellement, comme quatre siècles avant notre ère, du temps d'Aristote et de Théophraste, le dattier pousse et fructifie à Athènes, mais il n'y mûrit pas ses fruits. La comparaison avec les régions voisines montre que, dans les pays où la température moyenne annuelle est plus basse que celle d'Athènes de moins de 1°, le dattier pousse difficilement et ne fructifie plus; au contraire, avec une température plus élevée de 1°, les dattes deviendraient mangeables bien que ne mûrissant pas encore complètement. De même, les conditions de la végétation du dattier à Chypre sont absolument restées, à l'époque actuelle, ce qu'elles étaient au IVe siècle avant notre ère.

Ici, l'on serait donc tenté de conclure que le climat de la partie orientale de la Méditerranée n'a pas varié d'une manière appréciable depuis 23 siècles.

Et, devant la multiplicité des tentatives de Huntingten pour mettre en évidence des caractères de variabilité des climats, Mariolopoulos[1] a repris, en les étendant à d'autres éléments météorologiques, les recherches d'Eginitis dont il ne fait que confirmer les conclusions : pour le blé, sur lequel on possède des renseignements très précis, la concordance des dates de semaille et de moisson, aux temps d'Hésiode comme de nos jours, permet d'affirmer que le climat de la Grèce, dans son ensemble, n'a subi aucun changement permanent depuis les vingt-sept siècles qui se sont écoulés.

On peut encore compulser de vieux textes en ce qui concerne la culture en Palestine, soit pour la vigne, soit pour le palmier dattier; et, dans ce pays qui n'a éprouvé ni grands défrichements ni grandes modifications, on peut considérer que la température est restée sensiblement constante depuis Moïse (Gavarret), ce qui conduit à cette conséquence aussi que, depuis trente-trois siècles, il n'y eut aucun changement sensible aux propriétés calorifiques du Soleil. Le régime des pluies présente en Palestine une importance capitale : les premières pluies après la période sèche étaient sollicitées par des prières et des jeûnes, et soigneusement mesurées au moyen d'un vase; or, en étudiant le régime pluvieux de la Palestine primitive,

1. J. Mascart : *C. R. de l'Ac. des Sc.*, 11 juillet 1921.

1. Mariolopulos (E.-G.) : Etude sur le climat de la Grèce. *Thèse*, Paris, 1925.

Vogelstein constate que les déterminations les plus anciennes s'accordent aussi bien que possible avec les mesures modernes faites à Jérusalem [1].

Enfin, Biot était parvenu aux mêmes conclusions pour la Chine en discutant les conditions, anciennes et actuelles, des cultures du pays, l'époque du développement des vers à soie, celles de l'arrivée et du départ des oiseaux migrateurs, etc...

Si tous les renseignements que nous venons d'apporter paraissent bien convergents vers la conclusion il est juste, cependant, de mentionner qu'une note très discordante se fit entendre lorsque, dans une étude climatologique soignée de la Palestine et de la Syrie, Zumoffen (1895) affirma que le changement de climat y est manifeste et incontestable, par desséchement progressif d'un ancien pays très fertile. Les sources invoquées comme bibliographie se rapportent à deux groupes d'auteurs : les uns affirment qu'un gouvernement intelligent peut encourager et protéger l'agriculture d'une façon efficace, en entreprenant des travaux propres à faire renaître la fertilité d'antan; les autres soutiennent qu'il y a desséchement progressif, d'où stérilité inéluctable par modification de climat.

Notre opinion ne fait pas de doute pour l'influence de causes sociales, mais Zumoffen se rallie à la seconde manière de voir : il conclut que la stérilité a entraîné la dépopulation, et indique pour la Palestine de jadis une population 6 à 7 fois supérieure à celle d'aujourd'hui — on aimerait à en connaître des preuves irréfragables; il croit aussi que la Gaule était moins froide, avec des pluies moins abondantes — affirmation gratuite, nous le savons; et il compare le phénomène d'Orient à ce qui se passe au Sahara, dont il *admet* la fertilité aux temps passés — question qui mérite encore la controverse. Certes, en faveur de sa thèse, il accumule preuves sur preuves : malheureusement, il s'agit presque exclusivement de commentaires de textes bibliques, là où l'on voudrait pouvoir interpréter des faits scientifiques...

*
**

Les relations étroites de la météorologie et de l'hydrologie ont fait penser à Garrigou-Lagrange qu'il y aurait intérêt pour la Climatologie à utiliser les archives des Ponts et Chaussées : oui, certes, mais ce sont là des documents beaucoup trop récents pour notre objet. On n'a pas encore tiré tout le parti possible des observations plus anciennes de Duhamel du Monceau, formant une belle série homogène; nous en avons cité de Pierre sur les gelées blanches et nous venons de voir que Marsham a utilement commenté des archives de famille.

C'est bien ici, en effet, le lieu de mentionner en passant ce que nous avons déjà eu l'occasion de développer ailleurs [1], à savoir que les nations à très vieille civilisation en ont fort imparfaitement profité, dans le dépouillement de leurs archives, pour la recherche des documents météorologiques : il y a là des trésors de renseignements qui eussent apporté de notables perfectionnements à la Climatologie. Car toutes les données qui peuvent être utilisées sont loin d'être quantitatives, comme la pression, la température ou la hauteur d'eau tombée : deux climats seront très différents si, avec la même hauteur totale de pluie, les nombres des jours pluvieux s'y présentent très différents. Ainsi la fréquence des gelées, des gelées précoces ou tardives, le nombre des jours pluvieux, celui des orages, de la grêle, etc... permettent autant de statistiques dont le météorologiste pourrait tirer le meilleur parti dans une étude méthodique; et ce que nous avons dit plus haut montre assez combien il est regrettable qu'un esprit à forte culture littéraire, avec du sens critique, n'ait jamais été tenté de dépouiller tous les anciens textes pour apporter une importante contribution à la Climatologie du bassin de la Méditerranée [2].

En se plaçant à un tout autre point de vue, on sait qu'Arrhénius s'est demandé si l'absorption sélective des radiations solaires par les éléments de l'atmosphère, et notamment l'acide carbonique, n'a pas varié avec le temps et si cette inconstance ne suffit pas à expliquer les variations séculaires de la température dont il nous reste des traces géologiques, par exemple la température plus élevée de l'époque tertiaire; certes, il existe plusieurs causes importantes pour l'augmentation actuelle de l'acide carbonique, et aussi un mécanisme régulateur par la quantité de bicarbonate de chaux dissous dans l'eau de mer [3]. Nous n'avons pas à insister ici sur cette face du problème général et nous en retiendrons seulement que, pour Arrhénius, l'acide carbonique tend en fin de compte à adoucir le climat, et surtout à le régulariser en atténuant les contrastes entre les

1. *Zeitschr. f. Meteorol.*, 1895, p. 136.

1. Mascart (J.) : La recherche des documents météorologiques, in-8°, Lyon, 1919.

2. On trouvera dans la thèse de Mariolopoulos la bibliographie essentielle des recherches déjà entreprises sur la climatologie du bassin oriental de la Méditerranée.

3. La mer régularise l'acide carbonique de l'air par la dissociation du bicarbonate dissous. Dans un article très intéressant, L'équilibre acide carbonique-carbonates. (*La Nat.*, 29 août 1925, p. 138). R. Legendre s'efforce de préciser les conditions de ce problème difficile pour les diverses formes du carbone dans la nature, et essaye d'indiquer les multiples échanges entre les trois phases de la croûte terrestre : atmosphère, hydrosphère et lithosphère.

diverses saisons; il s'agit, comme ordre de grandeur, d'une élévation de température de 0°,001 par an, affaiblie il est vrai par les phénomènes d'érosion et de végétation.

Or il semble bien, dans tous les cas, que les faits que nous avons pu recueillir en témoignage sont assez probants : si donc il existe un mécanisme comme celui qu'invoque Arrhénius, ses effets sont *beaucoup* moins considérables qu'il ne l'imagine — mettons au moins dix fois plus petits.

Ce problème de l'acide carbonique ne concerne pas seulement les propriétés de l'atmosphère, car ce gaz intervient directement dans le processus végétatif. La fixation de l'azote par les plantes constitue un domaine très complexe : la fonction chlorophyllienne est régulière et automatique et l'on n'avait jamais cru devoir intervenir pour l'améliorer; puis les plantes profiteraient de l'action de bactéries fixatrices non symbiotiques[1]. Ainsi, l'on est conduit à étudier, dans l'atmosphère qui baigne les parties vertes, la proportion d'acide carbonique provenant de l'air et celle de l'acide du sol; on reconnaît les divers facteurs qui peuvent intervenir et, dans l'ensemble, on constate que l'atmosphère libre contient beaucoup moins d'acide carbonique que l'optimum utile aux végétaux. Si donc les plantes ne satisfont pas toute leur faculté d'absorption pour l'acide carbonique, on est tenté d'y remédier comme on le fait par les engrais pour d'autres substances, azote, acide phosphorique, potasse, chaux. C'est ainsi que Reinau[2] a fait d'heureux essais pour augmenter le rendement des cultures en utilisant l'acide carbonique des cokeries et des hauts-fourneaux; il en est résulté des applications pour la culture en serre. Quant à la formation microbienne de l'acide dans le sol, Stoklasa, Lundengardt... parlent de l'intensifier et d'augmenter ainsi de 35, 100... et même 800 % le rendement des récoltes! — en fournissant bien entendu le supplément d'engrais chimique alors réclamé[1].

Et ceci vient singulièrement renforcer nos conclusions.

S'il fallait accepter un mécanisme aussi simple que celui qu'invoque Arrhénius pour l'augmentation de la teneur de l'atmosphère en acide carbonique, et même en adoptant un accroissement *beaucoup* plus lent... il en résulterait deux conséquences sensibles sur les végétaux : grâce à cet acide lui-même, une augmentation dans le rendement qui n'a jamais été signalée; et, par adoucissement du climat, une modification dans les zones de fructification de certaines espèces, ce que nous sommes impuissants à mettre en évidence.

En résumé, toutes les observations que l'on a pu relever sur les phénomènes de la végétation montrent que le climat moyen de la Terre n'a pas changé d'une manière appréciable depuis les temps historiques; en outre, plusieurs facteurs se mêlent d'une façon très complexe dans l'existence de la plante, le climat, l'adaptation et l'évolution. Si donc, comme les phénomènes géologiques portent à le croire, notre globe doit aller sans cesse en se refroidissant, ce refroidissement est tellement lent que, pour le mettre en évidence, il faudra des observations très précises poursuivies au moins pendant plusieurs siècles, — peut-être même dix ou vingt siècles!

Jean Mascart.

1. TRUFFAUT (Georges) et BEZSSONOFF (N.) : Sur l'utilisation de l'azote atmosphérique par les plantes vertes. *Rev. gén. des Sc.*, 15 juillet 1927, pp. 389-394.

2. Die Technik in der Landwirtschaft, dont il a été rendu compte dans la *Rev. Intern. de Rens. Agric.*, 1925.

1. ROLET (A.) : La suralimentation des plantes par l'acide carbonique, *Rev. gén. Sc.*, 15 oct. 1925.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Nillus (P.). — **Leçons de calcul vectoriel**, *tome I.* — *1 vol. in-8° de 347 pages. Librairie de l'Enseignement technique. L. Eyrolles, éditeur, Paris, 1931.*

Il ne semble pas, étant donné les tendances et le but de notre enseignement, que le calcul vectoriel forme d'ici longtemps une discipline indépendante dans nos lycées.

Les méthodes vectorielles sont, pour les élèves, des méthodes de raisonnement plus simples que d'autres et qui se superposent à elles et c'est comme cela qu'elles pénètrent cependant de plus en plus dans les classes de mathématiques spéciales et même de mathématiques élémentaires.

Ici l'auteur se propose d'initier aux méthodes vectorielles les débutants qui sont séduits par la nouveauté de ces procédés « et par le caractère intrinsèque du raisonnement aboutissant à des formules claires, condensées, faciles à retenir ».

Raisonnement condensé, formules symboliques, voilà peut-être le danger du calcul vectoriel, et qui explique la lenteur avec laquelle il s'introduit dans l'enseignement. L'élève risque, en effet, de perdre ainsi tout contact avec la réalité, et puis enfin, il sera toujours nécessaire pour les applications de transformer les formules vectorielles définitives en formules ordinaires.

Le tome I des leçons dont il s'agit actuellement, s'intitule Règles de calcul vectoriel, applications à la géométrie élémentaire, à la trigonométrie et à la géométrie analytique. Naturellement les règles élémentaires de ce calcul sont d'abord exposées, et l'on tire de ces procédés opératoires toutes les conséquences en vue d'applications variées, inattendues par certains endroits, qui sont jointes à une partie théorique réduite au strict nécessaire.

L'auteur, pour les constructions les plus complexes ne fait appel qu'à un petit nombre de notions élémentaires puisque la notion des vecteurs glissants ne se trouve même pas dans ce volume consacré cependant en partie à la droite et au plan. Tout découle des quelques opérations vectorielles.

L'ouvrage que nous analysons ici n'est pas à proprement parler un ouvrage didactique, car il ne saurait y avoir aujourd'hui d'ouvrages classiques en calcul vectoriel; mais c'est le premier que nous sachions, qui soit destiné aux débutants, et qui soit fait en vue de l'enseignement. Il est le résultat d'une expérience pédagogique faite par l'auteur dans le cours qu'il professe à l'Ecole spéciale des Travaux publics. Il nous paraît devoir s'imposer à tous les élèves des Facultés et des grandes écoles qui veulent s'initier au calcul vectoriel devenu indispensable à qui veut poursuivre l'étude de certaines théories de la physique moderne.

L. Potin.

***

Kowalewski (G.). — **Einführung in die Theorie der kontinuirlichen Gruppen.** — *1 vol. in-8° relié de x-396 pages avec 9 figures. Akademische Verlagsges ellschaft, Leipzig, 1931. (Prix : Rmks 26 ; broché : Rmks 24.)*

Cet ouvrage est le neuvième volume de la Collection importante : *Mathematik und ihre Anwerdungen* fondée par E. Hilb et dirigée par E. Artin et l'auteur.

L'œuvre du mathématicien norvégien Sophus Lie est trop connue pour qu'il soit utile de faire plus que rappeler sa célèbre théorie des groupes continus de transformation.

Parcourons le volume dont il est question ici. Nous trouvons d'abord les transformations infinitésimales et les groupes discontinus, avec les quaternions, l'itération, les transformations linéaires, les groupes transitifs, l'intégration des systèmes d'équation de Lagrange et de Pfaff. Ensuite : les groupes de transformation, les invariants de Pfaff et de Lagrange, ceci étant une introduction en deux chapitres (79 et 59 pages) aux théories fondamentales de Lie. Qu'il nous soit permis de préciser ainsi pour accentuer que le volume a une forme parfaitement didactique et qu'il se suffit à lui-même.

Le troisième chapitre, théories de Lie, débute par les trois principes fondamentaux que l'on sait et l'exposé de leurs conséquences et se termine par les groupes affines.

Le quatrième chapitre, relativement très développé, mais le sujet est vaste, concerne les groupes de transformation sur la ligne droite et dans le plan. Comme il va de soi puisque la théorie des groupes une synthèse, on rencontre dans ce volume les transformations de Cayley, les propositions fondamentales de Cartan, certains résultats géométriques de Cesaro, d'autres de Jacobi, Maurer, nous citons les principaux seulement.

Une table alphabétique, qui termine le volume est d'un secours précieux pour se retrouver dans ce vaste domaine.

R. de Montessus de Ballore,
Docteur ès sciences.

2° Sciences physiques.

Hadfield (Sir Robert A.), *de la Société Royale de Londres, membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris.* — **Faraday and his metallurgical researches,** *with special reference to their bearing on the development of alloy steels.* — *1 vol. gr. in-8° de xx-329*

pages avec LVIII *pl. et* 12 *fig.* (*Prix : relié*, 21 *sh.*). *Chapman and Hall*, 11, *Henrietta Street, Londres W. C.* 2, 1931.

En 1931, l'Angleterre a célébré avec éclat le centenaire de la découverte de l'induction électromagnétique. Mais si cette seule réussite eût suffi à immortaliser le nom de Faraday, le grand savant compte à son actif bien d'autres recherches qui auraient pu sauver sa mémoire de l'oubli. Parmi celles-ci, on a jusqu'à présent attribué une importance tout à fait secondaire à ses travaux métallurgiques. Il appartenait à l'un des représentants les plus autorisés de cette branche de la science à notre époque, Sir Robert Hadfield, de montrer qu'ici encore Faraday a été un véritable précurseur, et d'apporter dans un ouvrage aussi remarquable par le fond qu'attrayant par la présentation, en particulier par la richesse et la beauté de l'illustration, des preuves surabondantes de son appréciation.

C'est presque au début de sa carrière scientifique que Faraday consacra six années de patientes et laborieuses recherches (1819 1824) aux « alliages d'acier ». Son attention fut attirée sur le métal appelé *wootz*, acier de qualité supérieure provenant des Indes et importé en Angleterre pour la fabrication d'outils tranchants. Faraday en fit l'analyse, avec la pensée que les propriétés spéciales de cet acier devaient être attribuées à un corps accompagnant le fer et le carbone, et que la connaissance de cet élément permettrait de reproduire, ou à tout le moins d'imiter le *wootz*. Il arriva à la conclusion que l'élément étranger était « le métal de l'alumine », mais ses essais pour l'incorporer à l'acier ordinaire n'aboutirent à un aucun résultat.

Loin de se décourager, et c'est ici que se montre son génie, Faraday conçut l'idée d'étudier l'influence, sur les propriétés de l'acier, de l'addition d'un certain nombre de métaux. Ses recherches, effectuées avec les ressources qui paraissent aujourd'hui rudimentaires, du Laboratoire de Chimie de l'Institution Royale, et sur des métaux (Cu, Cr, Au, Ir, Ni, Os, Pd, Pt, Rh, Ag, Sn, Ti) dont la plupart étaient alors difficiles à se procurer, lui coûtèrent beaucoup de peine. Elles aboutirent à la préparation d'un certain nombre d'échantillons, dont la plupart sont aujourd'hui renfermés (au nombre de 79) dans une boîte portant des inscriptions de la main même de Faraday et conservée au Musée scientifique de South Kensington. Elles furent décrites dans deux mémoires, écrits en collaboration avec Stodart (un coutelier et fabricant d'instruments de chirurgie qui l'aida dans une partie de ses recherches), parus en 1820 et 1822. A la suite de ces travaux, Faraday fit préparer en plus grandes quantités quelques-uns de ces alliages par les Usines Sandersons, de Sheffield, et ceux-ci paraissent avoir été employés pendant plusieurs années par la maison de coutellerie Green, Pickslay and Co, en particulier pour la fabrication de rasoirs. Puis le silence se fit sur les recherches de Faraday et leurs applications possibles.

Mis au courant de ces faits, Sir Robert Hadfield, afin de se rendre compte de la portée exacte des résultats obtenus par Faraday, sollicita et obtint l'autorisation de soumettre les échantillons laissés par lui à toutes les méthodes d'essai des laboratoires modernes : métallographiques, spectroscopiques, mécaniques, électriques et magnétiques, sans compter l'analyse chimique.

Ces recherches, dont l'exposé forme à lui seul un bon tiers de l'ouvrage de Sir Hadfield, sont un modèle d'habileté et de précision. Sur un matériel dont le poids total ne dépassait pas 3,5 kgs et qui, à cause de sa valeur historique, devait être le plus possible conservé, l'auteur n'a utilisé que 187 gr. (définitivement détruits) pour 434 analyses chimiques, et 222 gr. (séparés du reste, mais encore disponibles) pour tous les autres essais. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail des résultats obtenus, et nous nous contenterons de reproduire la conclusion de l'auteur :

« A la lumière de mes cinquante ans d'expérience personnelle dans le domaine de la métallurgie du fer, en particulier de celle des aciers spéciaux, j'estime que les aciers préparés par Faraday il y a plus d'un siècle constituent une autre preuve de son génie et de son intuition..... Ils sont le produit d'une recherche qui ne fut certes pas un insuccès, mais bien une colonne solide, abandonnée ensuite par celui qui l'érigea et d'autres pour des raisons que nous ne connaissons pas... L'insuccès, si on le juge par l'absence d'application pratique continue et de progrès, ne réside pas dans les conceptions ni les recherches de Faraday, mais dans le fait que son œuvre était en avance sur son temps, qu'elle ne fut pas poursuivie par d'autres quand il l'abandonna, et que les praticiens n'aperçurent pas toutes les possibilités qu'elle renfermait... Dans le petit nombre d'échantillons qu'il a laissés, il y avait en germe tous les aciers spéciaux modernes. »

L'ouvrage de Sir R. Hadfield constitue une belle page d'histoire de la science, qui captivera tous ses lecteurs.

Louis Brunet.

***

Bridgman (P.-W.). — **The Physics of High Pressure.** — 1 *vol. in-8° de* VII-398 *pages. Bell and Sons, éditeur, Londres*, 1931. (*Prix : 22/6 shillings.*)

Le beau livre que vient de publier M. Bridgman fait partie de la Collection bien connue « International Text-Books of Exact Science », dirigée par M. da C. Andrade et éditée par la maison Bell and Sons. La qualité de l'auteur, celle du directeur et celle de l'éditeur conspirent à faire de cette publication une des plus intéressantes qui aient paru au cours de cette année dans le domaine des sciences physiques. Le nom de M. Bridgman est universellement connu comme celui du chercheur le plus original dans le domaine des très fortes pressions. On lui doit des découvertes nombreuses et importantes sur l'effet des très grandes pressions tant sur les

solides que sur les liquides et les gaz. Ces découvertes ont été contrôlées et complétées au cours de ces dernières années dans quelques laboratoires, encore trop rares, où l'on dispose de l'outillage nécessaire pour la réalisation des pressions élevées. Mais on ne possédait jusqu'ici aucune description systématique et complète des résultats obtenus dans ce domaine. Il faut savoir gré à M. Bridgman d'avoir pris lui-même en mains l'initiative d'une telle synthèse, qu'il a su mener à bonne fin d'une manière remarquable. Bien entendu les questions techniques jouent un rôle fondamental dans le domaine dont il s'agit, et nul mieux que M. Bridgman n'était qualifié pour les exposer sous la forme à la fois la plus précise et la plus intéressante. Cette partie de l'ouvrage sera hautement appréciée non seulement des physiciens de laboratoire, mais aussi des ingénieurs et des industriels qui y puiseront mainte suggestion utile.

La réalisation de pressions égales ou supérieures à 20.000 atmosphères ne peut être obtenue que par des mécanismes tout à fait spéciaux qui sont décrits en détail par M. Bridgman et illustrés au moyen de figures très instructives. Le physicien et l'ingénieur s'intéresseront au même titre à tout ce qui concerne la mesure des hautes pressions (jauges primaires et secondaires) ainsi qu'à la nature particulière des ruptures produites sous très fortes pressions. Un point qui intéressera spécialement les physiciens est l'extension au domaine des hautes pressions de l'équation caractéristique des fluides telle qu'elle avait déjà été instituée par Amagat dans la région des pressions moyennes. La compressibilité des solides, les phénomènes de fusion sous pression, les transformations allotropiques sous pression font l'objet de trois chapitres très nourris qui pourront donner d'utiles renseignements non seulement au physicien mais au chimiste. La conductibilité électrique et le pouvoir thermo-électrique sont également sensibles aux très fortes pressions et les résultats expérimentaux établis à ce sujet sont présentés par M. Bridgman avec beaucoup de logique et de clarté. L'effet de la pression sur la conductibilité calorifique, sur la viscosité, et sur d'autres propriétés de la matière a aussi donné lieu déjà à de nombreuses recherches dont on trouvera le résumé dans les derniers chapitres du présent livre. Nous en avons dit assez pour montrer qu'à des titres divers cet ouvrage mérite d'attirer l'attention du public scientifique; ingénieurs, physiciens, chimistes même y trouveront les exposés les plus suggestifs concernant les problèmes si nouveaux posés à leur curiosité par les travaux de M. Bridgman.

Léon Bloch.

3° Art de l'Ingénieur.

Mondon (Emile). — **Assainissement général des villes et des petites collectivités.** *Tome I* : **Les déchets urbains et la pollution des cités.** — 1 *vol. in-8° de 122 p., avec 54 figures. Dunod, éditeur, Paris,* 1931.

L'assainissement des villes est un problème extrêmement complexe qui demande à être examiné dans chaque cas particulier. Néanmoins, le problème d'assainissement doit être examiné dans toute son ampleur pour en dégager les principes généraux.

C'est ce que se propose l'auteur de l'ouvrage dont est publié aujourd'hui le premier volume, et le programme qu'il s'est posé est le suivant. Il conviendra d'abord d'examiner la totalité des déchets urbains et d'être fixé sur leur composition. Connaissant les causes de pollution, il passera ensuite en revue les grands cycles de la vie, et les milieux contaminés, pour en déterminer les moyens naturels de défense. Dans le but d'éviter toutes les causes de dissémination des maladies, il portera son attention sur le rôle des agents de propagation et leur destruction. Il aura à classifier et à discuter, pour chaque nature de déchet, des divers moyens de collecte et de transformation. Enfin, comme tous les efforts doivent tendre à réaliser l'assainissement des petites et moyennes agglomérations, ce qui écarte les projets somptuaires, il aura à donner des solutions simples et économiques, faciles à réaliser pour les budgets municipaux.

Dans un autre ordre d'idées, et pour donner des vues d'ensemble il définira également les tendances des différents systèmes. Il ne restera plus qu'à indiquer la façon précise de présentation des dossiers et à analyser la législation en vigueur, pour faire suivre la partie technique d'une partie administrative indispensable à connaître. En annexes, des extraits de lois, de décrets, et des tables usuelles compléteront la documentation.

Ainsi il sera mis à la disposition des ingénieurs dans une classification raisonnée, un ensemble de renseignements leur donnant la possibilité d'établir, en toute connaissance de cause et après étude et comparaisons diverses, les projets d'assainissement.

La première partie de ce programme est réalisée dans l'ouvrage présenté aujourd'hui et qui a pour objet les déchets urbains et la pollution des cités.

L. P.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 Novembre 1931.

1° Sciences mathématiques. — M. **Alessandro Terracini** : *Sur la réductibilité de certaines correspondances algébriques.* — M. **F. Leja** : *Sur le facteur de convergence des séries de polynomes.* — M. **D. Belorizky** : *Sur la solution du problème des trois corps, donnée par M. Sundman.*

2° Sciences physiques. — MM. **C. Gutton** et **G. Beauvais**: *Sur les oscillateurs à ondes très courtes.* — Mlle **Suzanne Veil** : *Diffusion et cataphorèse du bleu de méthylène au sein de la gélatine.* D'après les observations résumées dans la présente note, la cataphorèse, au sein de la gélatine, d'une substance telle que le bleu de méthylène se présente comme un processus de complexité beaucoup plus grande qu'un transport pur et simple de matière, de l'une à l'autre des électrodes. — MM. **J. Hérenguel** et **G. Chaudron** : *Préparation du magnésium pur par sublimation.* — M. **D. Ivanoff** : *Mécanisme de la réaction entre le carbonate d'éthyle et les réactifs de Grignard.* — MM. **L. Hackspill, A. Stieber** et **R. Hocart**: *Sur le bore cristallisé.* Le bore pur, obtenu à haute température par deux procédés différents, dont l'un indiqué par les auteurs, est indiscutablement cristallisé et très probablement dans le système hexagonal. Le produit vendu sous le nom de *bore cristallisé* renferme cet élément presque uniquement sous la forme de combinaisons.

3° Sciences naturelles. — M. **Bogdan Varitchak**: *Les mouvements du protoplasma chez un Ascomycète, le* Sordaria fimicola. Dans les jeunes cultures de ce Champignon on observe qu'il s'établit un courant protoplasmique dans les hyphes pour lequel les cloisons transversales ne représentent aucun obstacle étant donné qu'elles sont perforées. Souvent on trouve des anastomoses entre deux hyphes et l'on constate que le plasma peut passer d'une hyphe à l'autre. Ce mouvement cesse au moment de la formation des périthèces. Le courant protoplasmique entraîne aussi avec lui les vacuoles. Le mycélium de cette espèce, malgré son apparence cloisonnée, fonctionne donc comme le mycélium continu des Siphomycètes. — M. **Raymond Hovasse**: *Silicoflagellé ou Radiolaire ? Un nouveau Protiste,* Bosporella triaenoïdes (*gen. nov. sp. nov.*). L'auteur décrit un nouveau Protiste qu'il a trouvé dans le plankton de surface du Bosphore, et qui semble constituer une forme larvaire de Radiolaires. — M. **Jean Saidman**: *Note sur les propriétés biologiques comparées des courants de haute fréquence et de très haute fréquence.* L'auteur compare les propriétés biologiques des courants de très haute fréquence (T.H.F.) (au-dessus de 15.000.000 Hertz) avec celles des courants de haute fréquence (H.F.) telles que les a décrites M. d'Arsonval. Il a trouvé que sur les cinq propriétés biologiques des courants H.F., quatre se retrouvent avec les ondes courtes. On observe : 1° la diminution de l'excitabilité des tissus ; 2° l'effet ne paraît pas lié à une action calorifique ; 3° la vascularisation de la peau ; 4° l'action bactéricide de ces courants. L'augmentation dans l'intensité des tissus ne s'observe que dans les courants H.F. — Mme **Z. Gruzewska** et M. **G. Roussel** : *La lipase α du sérum de cheval. Son activité au cours de multiples saignées.* La lipase α ne dédouble que les éthers de glycérine aux acides à poids moléculaire faible. Au cours de saignées successives les variations de l'activité de ce ferment ne semble pas avoir de rapport avec les variations des autres constituants du sérum. Quel que soit le nombre de saignées, la lipase du sérum peut être toujours mise en évidence. — MM. **Cl. Fromageot** et **A. Porcherel** : *Action de la pancréatine sur différents types de laine.* Les différentes laines étudiées résistent très inégalement à l'action de la pancréatine, les plus grossières se montrent les moins résistantes. La perte de poids peut atteindre plus de 82 pour 100 du poids initial. Cette perte de poids semble correspondre à deux stades : dans le premier, il y aurait dissolution du ciment protéique tenant agglomérés les éléments cellulaires ; le deuxième stade correspondrait à l'attaque des éléments cellulaires eux-mêmes. Les observations microscopiques confirment cette manière de voir. — M. **A.-Ch. Hollande** et Mme **G. Hollande** : *La structure cytologique du bacille tuberculeux type humain ; cycle évolutif de* Mycobacterium tuberculosis (*Lehmann et Neumann*).

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Novembre 1931.

MM. **H. Bierry, F. Rathery** et Mlle **Yv. Laurent** : *Phlorizoside et sucre protéidique.* Chez le Chien, après injection de phlorizine, on observe de fortes fluctuations du sucre protéidique dans le sang sus hépatique, le sang porte et le sang artériel. Ces fluctuations du sucre protéidique sont parfois plus amples que celles du sucre libre. Chez les Chiens phlorizinés, les variations du sucre protéidique dans les plasmas porte et sus hépatique sont d'un ordre de grandeur parfois bien supérieur à celui des variations du glycogène hépatique. — M. **Alexandre Lipschütz** : *A propos de la pigmentation de la région mammaire chez le Cobaye mâle hyperféminisé.* Chez le Cobaye mâle hyperféminisé, la pigmentation noire de la région mammaire active n'apparaît jamais que dans un territoire prédisposé. Cette prédisposition s'extériorise soit dans la présence préalable d'une légère pigmentation dans l'auréole même, soit dans le fait que l'auréole se trouve au milieu de poils pigmentés. Si une auréole entourée de poils blancs se révèle fortement pigmentée, il s'agit d'un territoire où l'on avait déjà noté dès le début, c'est-à-dire avant le déclenchement du développement mammaire, un voile du pigment. — M. **A. Saenz** : *Sur la culture du B.C.G. en profondeur dans le bouillon.* Le B.C.G., ensemencé en série dans la profondeur du bouillon de veau peptoné et salé (pH 6,8), perd peu à peu sa vitalité par raréfaction progressive des éléments vivants.

Il arrive même que, au cours des réensemencements, certaines cultures de passage deviennent totalement stériles moins de trois mois après le premier ensemencement. Ces résultats sont complètement opposés à ceux de Dreyer et Vollum. — MM. **L. Nattan-Larrier** et **B. Noyer** : *Voies d'introduction et activité des sérums antitrypanosomes.* Les immunsérums antitrypanosomes exercent un pouvoir empêchant plus marqué s'ils sont inoculés dans les veines de la Souris que s'ils sont injectés dans le péritoine de l'animal. L'inoculation intraveineuse permet de constater dans les immunsérums des propriétés curatives qui échappent à l'observation, lorsqu'ils pénètrent dans l'organisme par voie péritonéale ou par voie sous-cutanée. De plus on peut, par l'inoculation intraveineuse simultanée des immnusérums et des Trypanosomes que l'on veut identifier obtenir des différenciations sérologiques plus nettes entre des virus voisins. — M. **H. Grossfeld** : *Culture combinée.* La méthode de la culture combinée peut servir à produire une croissance séparée de diverses sortes de tissus dans le même fragment, et en particulier à disjoindre à volonté la croissance de l'épithélium et du tissu conjonctif. Elle pourra aussi jouer un rôle dans l'étude expérimentale de l'influence exercée sur la croissance par des modifications plus profondes dans la composition du milieu extérieur. — M. **D.-T. Barry**, M. **A. Chauchard** et Mme **Chauchard** : *Les effets de la saignée sur l'excitabilité du nerf grand splanchnique.* La saignée a pour effet d'augmenter dans une large mesure la chronaxie et le temps de sommation, tant des vasoconstricteurs que des inhibiteurs de l'intestin. La réinjection du sang extrait ou de solution physiologique, ramène ces deux constantes à leur valeur primitive. La saignée agit donc en même temps sur l'excitabilité des axones centrifuges vasoconstricteurs ou inhibiteurs de l'intestin (augmentation de la chronaxie) et sur celle des plexus nerveux des parois artérielles ou intestinales auxquels ils aboutissent (augmentation du temps de sommation). — MM. **F. Maignon** et **M.-A. Chahine** : *Les variations saisonnières de la sensibilité de l'organisme à l'intoxication protéique s'observent encore en présence de vitamines.* — MM. **Pasteur Vallery-Radot**, **G. Mauric** et Mme **A. Hugo** : *Interprétation du choc anaphylactique déterminé par l'injection d'un sérum d'Homme sensibilisé à un Lapin préparé avec la protéine sensibilisante.* Le sérum d'un Homme sensibilisé, injecté à un Lapin préparé 16 à 45 jours auparavant avec la protéine sensibilisante peut déclencher un choc. De nouvelles expériences ont montré que l'injection d'anticorps spécifiques à un animal dont le sérum contient ces mêmes anticorps ne détermine pas de choc. On ne peut donc expliquer par une réaction anticorps anticorps le choc anaphylactique observé dans l'épreuve décrite. Le phénomène pourrait s'expliquer par coexistence de l'antigène et de l'anticorps dans le sérum humain chez l'Homme sensibilisé comme chez l'homme infecté. — M. **H. Goldie** : *Mesure de l'activité des substances microbiennes inhibitrices au moyen de substances colorantes.* Le bouillon ordinaire additionné de violet cristallisé ne subit pas la décoloration : après l'ensemencement avec toute sorte de microbes il se décolore. Les filtrats de cultures changent parfois la teinte du milieu coloré ; ce phénomène n'a pas lieu lorsqu'on ensemence dans ces filtrats des microbes homologues qui seuls décolorent le bouillon. L'antivirus, qui empêche toujours le pouvoir décolorant des microbes homologues, agit parfois de même vis à-vis des microbes hétérologues. L'absence apparente de développement des microbes dans l'antivirus homologue ne signifie pas seulement l'arrêt de la multiplication des germes, mais indique aussi la dépression de leur métabolisme. — MM. **G. Houlbert** et **L. Lescœur** : *Variation de l'acide carbonique urinaire sous l'influence de la cure alcaline.* Un des premiers caractères imprimés par la cure de Vichy à l'équilibre urinaire est l'apparition d'une surcharge d'acide carbonique libre. L'effet initial de cette cure est donc de provoquer transitoirement. — MM. **L. Mercier** et **L. Gosselin** : *Présence simultanée d'un épithélioma dendritique de la mamelle et d'un lymphadénome chez une Souris. Hérédité des cancers multiples.* Les auteurs ont observé une Souris femelle atteinte simultanément d'un épithélioma mammaire et d'un lymphadénome. Ces deux types de cancer ne s'excluent donc pas l'un l'autre. L'étude de la généalogie de cette Souris montre la nécessité de la réunion, chez un même individu, d'au moins deux facteurs différents pour déterminer l'apparition de ces deux types de cancer. De plus, ces facteurs étant récessifs, on peut ainsi expliquer la rareté des cas de cancers primitifs multiples relevés dans les statistiques humaines. — MM. **Georges Blanc** et **J. Caminopetros** : *L'immunité dans la fièvre boutonneuse, la non-virulence du sang des anciens malades et l'absence de pouvoir préventif de leur sérum.* — MM. **S. Nicolau**, **L. Gruveilhier** et **L. Kopciowska** : *Modifications histologiques provoquées par la vaccination antirabique dans le système nerveux des Lapins.* — M. **Albert Fischer** : *Transformation de la sérum-albumine en sérumblobuline.* Cette transformation se produit, *in vitro*, sous l'action de l'héparine.

Séance du 12 Décembre 1931.

MM. **H. Bierry**, **F. Rathery** et Mlle **Yv. Laurent** : *Le sucre protéidique, chez le Chien normal, après injection de glucose et d'insuline.* Après administration de glucose et d'une dose convenable d'insuline, ou d'insuline seule, on observe, chez le Chien normal, des variations importantes du taux du sucre protéidique. La sécrétion interne du pancréas est donc capable d'activer ou de ralentir soit la formation, soit la destruction du sucre protéidique. Le rôle de cette hormone dans la glycorégulation est ainsi complété par l'étude du sucre protéidique. — M. **L. Randoin** et M. **R. Lecoq** : *Variation de la valeur du rapport des vitamines B aux glucides suivant la constitution des glucides du régime dans certaines conditions d'équilibre alimentaire.* La quantité nécessaire et suffisante de vitamines B est d'autant plus élevée que le glucide présent dans la ration est plus directement et plus rapidement utilisable par l'organisme. La valeur nécessaire et suffisante du rapport vitamines B/glucides varierait donc avec la constitution des glucides utilisés. Cette valeur optima serait deux fois plus forte avec le glucose qu'avec le maltose ; avec le saccharose, elle serait intermédiaire entre les deux

autres. Avec l'un ou l'autre de ces trois sucres, un excès de vitamines B ne serait pas préjudiciable à l'économie. — MM. **P. Teissier**, **J. Reilly**, **E. Rivalier** et **V. Stéfanesco** : *Les infections varioliques inapparentes* : En se plaçant dans des conditions particulières (emploi de faibles doses de virus, choix de sujets jeunes dont l'appareil génital est peu développé) il est possible de réaliser, tant par voie sanguine que par voie testiculaire, une infection variolique cliniquement inapparente, et qui se manifeste seulement par la production d'anticorps dans les humeurs. Exceptionnelle chez les Simiens, l'infection variolique inapparente est très fréquente chez le Chien et le Chat lors des passages en série; elle est la règle chez le Lapin. Chez le Rat blanc et la Souris l'infection garde un caractère latent. — MM. **C. Levaditi**, **R. Schoen** et **L. Reinié** : *Le phénomène de la « mort subite ou précoce » au cours de l'infection herpétique chez le Lapin.* Les injections intramusculaires répétées d'émulsions cérébrales riches en virus de l'herpès peuvent déclencher, chez le Lapin, une mort subite ou plus ou moins précoce, du fait de l'action neurotoxique exercée par l'extrait cérébral sur un système nerveux en proie à une neuro-infection latente ou évolutive. — MM. **H. Busquet** et **Ch. Vischniac** : *Le Genêt d'Espagne ; comparaison avec le Genêt à balai ; effets musculaires* post mortem. Le Genêt d'Espagne, tout en possédant certains effets sympathicomimétiques analogues à ceux du Genêt à balai, en diffère sous beaucoup de rapports. Il ne peut donc pas être substitué à l'adrénaline comme le Genêt ordinaire (*Spartium scoparium*). La différence d'action physiologique, *in vivo*, de ces deux plantes dénote une différence dans leur composition chimique. Celle-ci se trouve encore confirmée par une réaction *post-mortem*, qui existe avec le Genêt d'Espagne, et qui est totalement absente avec le Genêt à balai. — M. **Raymond Hamet** : *Action des isomères de la yohimbine sur le système nerveux sympathique*. Les sept substances alcaloïdiques considérées comme des isomères de la yohimbine exercent sur le système nerveux sympathique une action identique. — MM. **J. Davesne** et **P. Haber** : *Influence de l'alcalose et de l'acidose sur la réaction thermique vaccinale, sur la production des agglutinines et sur la résistance à une toxine microbienne.* L'acidose et l'alcalose expérimentales n'ont pas d'action notable sur la réaction thermique provoquée par l'injection de vaccin, ni sur la production des agglutinines, ni sur la résistance de l'animal à la toxine histolytique. — MM. **L. Mercier** et **L. Gosselin** : *La non-réceptivité à la greffe du lymphadénome de la Souris en tant que critérium de l'immunité au cancer spontané.* La prise de la greffe du lymphadénome massif du poumon est un caractère héréditaire de la lignée de Souris qui constitue l'élevage étudié. Or trois Souris de cette lignée, qui s'étaient montrées réfractaires à 7 tentatives de greffe, ont toutes les trois présenté du lymphadénome spontané. La non-réceptivité à une ou plusieurs greffes successives ne constitue donc pas un critérium d'une valeur définitive en faveur de la possibilité ou de la non-possibilité d'une cancérisation spontanée. D'autre part, l'introduction répétée de greffons n'immunise pas l'individu contre le cancer spontané. Enfin il faut noter qu'une des trois Souris réfractaires est devenue sensible à la greffe lorsqu'elle a été atteinte de lymphadénome spontané ; ce fait montre que cette Souris, comme toutes les Souris de l'élevage était héréditairement sensible à la greffe. — Mlle **Anne Raffy** et M. **P. Portier** : *Intensité des échanges respiratoires pendant le vol chez les Lépidoptères.* En se basant sur les échanges respiratoires des Lépidoptères pendant l'intoxication due à la nicotine (caractérisée par de violents mouvements des ailes) les auteurs arrivent à cette conclusion que, pendant le vol, la consommation d'oxygène est environ 200 fois plus forte qu'à l'état de repos. La locomotion terrestre n'entraîne pas une augmentation aussi considérable de la respiration. Chez le Cheval par exemple, la consommation d'oxygène du repos quintuple seulement quand l'animal prend le trot. — MM. **Etienne Chabrol**, **R. Charonnat**, **M. Maximin** et **R. Waitz** : *L'action cholérétique du* Cynara scolymus. Le principe actif de l'Artichaut est une substance à caractère acide susceptible de donner avec le plomb un sel insoluble. Il semble que ce principe figure parmi les composés cycliques à fonctions phénol dont l'action cholérétique est consacrée par de multiples expériences et qui sont largement répandus dans le règne végétal. — Mlles **V. Bischler** et **J. Piquet** : *Quelques mutations spontanées de* Drosophila immigrans. Les auteurs ont observé dans leurs élevages 7 mutations de *D. immigrans*, ce sont : 1° *Mutation spread*, mutation récessive caractérisée par des ailes écartées à angle droit par rapport au corps ; 2° *Mutation yeux carmin opaque*, alors que la couleur sauvage est plutôt vermillon ; mutation récessive ; 3° *Mutation poils tronqués*, mutation récessive également ; 4° *Mutations nerveuses anormales* ; 5° *Mutation ski* dans laquelle l'extrémité de l'aile est relevée et parfois même enroulée ; 6° *Mutation poils supplémentaires* ; 7° *Mutation yeux bruns*, qui s'est montrée liée au sexe ; c'est la seule qui se soit produite jusqu'à présent dans le chromosome X. — MM. **Félix Ramond** et **J. Dimitresco Popovici** : *L'aérogastrie par sécrétion gazeuse de la muqueuse.* — MM. **D. Auger** et **A. Fessard** : *Caractéristiques chronologiques du nerf électrique de Torpille.*

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 2-32.